

METEOR-BERICHTE
Nr. 94-5

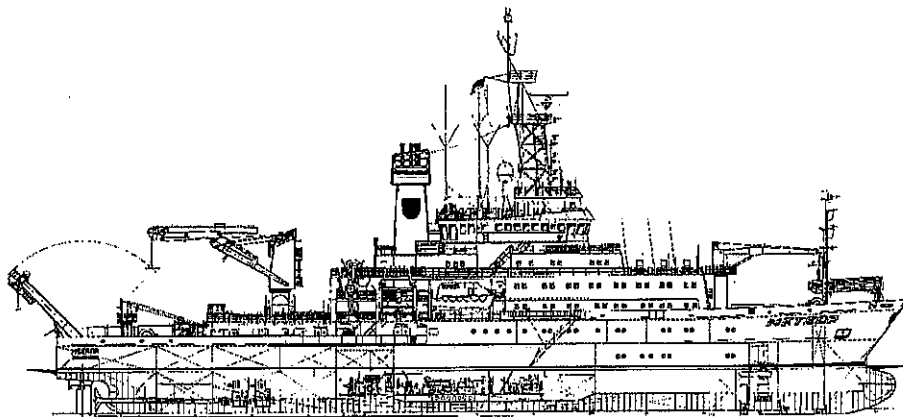
ÜBERFÜHRUNGSFAHRT

Reise Nr. 0
15. März - 15. Mai 1986

ERPROBUNGSFAHRT

Reise Nr. 1
16. Mai - 14. Juni 1986

Herausgegeben von:
Klaus von Bröckel



Redaktionelle Bearbeitung:
Ingrid Rogge, Keiko D. Kähler-Mähl

Institut für Meereskunde an der Universität Kiel

Leitstelle METEOR
Institut für Meereskunde der Universität Hamburg

Inhaltsverzeichnis	<u>Seite</u>
1 Einleitung (geschrieben im April 1994)	1
2 Erprobungsfahrten während der Werftzeit	5
2.1 Fahrten im Februar 1986	5
2.2 Werftprobefahrt in die Biscaya (20.02. - 07.03.1986)	5
3 METEOR-Reise M 0	9
3.1 Die Fahrten vom 24.-27. März und vom 7.-8. April	9
3.2 Die Fahrten vom 2. und 6. Mai	12
3.3 Die Reise vom 7. - 15. Mai in die Biscaya	12
3.3.1 Vorgesehene Erprobungen	14
3.3.2 Ergebnisse der Erprobungen	14
4 METEOR-Reise M 1	16
4.1 Verlauf der Reise (H. Weidemann)	21
4.1.1 Erster Fahrtabschnitt	22
4.1.2 Zweiter Fahrtabschnitt	23
4.2 Geräteüberprüfung und erste Ergebnisse	25
4.2.1 Geologie (H. Heinrich)	26
4.2.1.1 Geräteeinsatz	26
4.2.1.2 Erste Ergebnisse	29
4.2.2 Spurenelemente (K. Kremling)	32
4.2.3 Stoff- und Impulsaustausch über dem Tiefseeboden (E. Mittelstaedt) und Sedimentfallen (M. Sturm)	33
4.2.4 Partikelflux im Nordatlantik (C. Stienen)	35
5 Schlußbemerkungen	38
Anhang	39

1 Einleitung (geschrieben im April 1994)

Dieser Bericht gibt eine Übersicht über die wissenschaftlich-technischen Erprobungsfahrten der METEOR von der Werftzeit bis zum Abschluß der Reise M 1.

Wie alles seine Zeit hat, so kam auch für den 'Weißen Schwan des Nordatlantiks', wie die Vorgängerin der heutigen METEOR von vielen liebevoll genannt wurde, nach 21 Dienstjahren das technische Aus. Sie war 1964 als siebte METEOR in Dienst gestellt worden und hat bis 1985 auf insgesamt 73 Fahrten knapp 650.000 sm, dies entspricht dem 30-fachen Erdumfang, für die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und das Deutsche Hydrographische Institut (DHI, heute: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) zurückgelegt. Es war das Forschungsschiff, mit dem die deutsche Meereskunde wieder ihre internationale Reputation erhielt. Im Zusammenspiel mit ihrer Besatzung bescherte sie Generationen von Meereskundlern wissenschaftlich interessante und menschlich erlebenswerte Reisen, von denen noch heute die unterschiedlichsten Anekdoten die Kaffee- und Teepausen der Institute und der Anstalten bereichern.

Irgendwann Anfang der 80er, als deutlich wurde, daß eine Umrüstung der 'Alten Meteor' an die gestiegenen Anforderungen der Wissenschaft und der Seeberufsgenossenschaft nur mit erheblichem finanziellen Aufwand zu bewerkstelligen war, wurde beim Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT) beschlossen, Geld für eine Nachfolgerin zur Verfügung zu stellen.

Die Senatskommission der DFG bildete die ad hoc-Arbeitsgruppe 'Konzept, Planung, Ersatzbau METEOR', die in noch recht groben Zügen die Wünsche der Wissenschaft an den Neubau zusammenfaßte. Das BMFT formulierte seine Anforderungen, steckte den finanziellen Rahmen (max. 99 Millionen DM) und beauftragte die HSVA (Hamburgische Schiffsbau-Versuchsanstalt) mit der Erarbeitung der 'Besonderen Bauvorschrift' (BBV). Die HSVA wiederum beauftragte die Zentralstelle für Schiffs- und Maschinenbau (ZSM) mit der Konkretisierung der BBV und später dann mit der Bauaufsicht.

Innerhalb dieser vorgegebenen Baugrößen sollte der Ersatzbau METEOR mit einer Mindestgeschwindigkeit von 12 kn eine Fahrtstrecke von 10.000 sm zurücklegen und dazwischen noch einen vierwöchigen stationären Forschungsaufenthalt mit 50 % der Leistung ausführen können. Er sollte weiterhin in der Lage sein, über einen Zeitraum von 48 Stunden einen 'clean-ship'-Betrieb aufrechtzuhalten, während dem keinerlei Stoffe nach außen abgegeben werden (Tab. 1).

Schließlich lag die BBV in Form zweier gefüllter Aktenordner vor, in denen die wesentlichen spezifischen Merkmale des Ersatzbaus METEOR dargelegt waren. Sie bildeten, zusammen mit der im Schiffbau üblichen 'Allgemeinen Bauvorschrift' (ABV), die Grundlage erst für die Ausschreibungs- und dann für die Bauphase. Den Zuschlag für den Neubau erhielt schließlich die Schlichting-Werft in Lübeck-Travemünde am 27. August 1984.

Tab. 1: Die 'Alte' und die 'Neue' im Zahlenvergleich

	'Alte'	'Neue'
Länge über alles	82,10 m	97,50 m
Länge zwischen den Loten	77,00 m	90,00 m
Breite auf Spanten	13,50 m	16,50 m
Seitenhöhe bis Hauptdeck	7,25 m	7,70 m
(Konstruktions-) Tiefgang	5,20 m	4,75 m
Vermessung (BRT)	2615 t	< 4000 t
Antriebsleistung	1470 KW	2300 KW
Geschwindigkeit	ca. 10 kn	ca. 15 kn
Besatzung	55 Pers.	34 Pers.
Eingeschiffte	24 Pers.	28 Pers.
Laborräume	ca. 190 m ²	ca. 240 m ²
weitere wiss. Räume	ca. 120 m ²	ca. 170 m ²
Summe wiss. Räume und Labore	ca. 310 m ²	ca. 410 m ²
wissenschaftliche Stauräume	ca. 500 m ²	ca. 1000 m ²

Im Sommer 1984 rief die Senatskommission der DFG die ad hoc-Arbeitsgruppe 'Baubegleitende Kommission Neubau METEOR' (Tab. 2) ins Leben. Diese war für alle die Wissenschaft betreffenden Aspekte bei der nun folgenden Planungs-, Bau- und Erprobungsphase der 'Neuen METEOR' zuständig. Die 'Baubegleitende Kommission' konstituierte sich im September 1984 mit Prof. J. Meincke als Vorsitzenden. Sie gliederte sich in sechs Expertengruppen mit jeweils einem Koordinator für die folgenden Bereiche:

- Decksbereich (Kräne, Winden, Fischerei, Containerstellplätze, Staumöglichkeiten, etc.)
- Labore (alle speziellen Labore, incl. Pulserraum, Deckswerkstatt, Luftchemie, Einrichtung etc.)
- Lagerräume (incl. der Kühlräume, etc.)
- Information und Daten (Datenverteilung, Wetterwarte, etc.)
- Unterwasserakustik (Lote und Lotanlagen)
- Allgemeine Räume (Bibliothek, Zeichenraum, etc. und Verwendbarkeit des Schiffes bezüglich der Aufgaben in Entwicklungsländern)

Dr. von Bröckel übernahm die Aufgaben eines Sekretärs der 'Baubegleitenden Kommission' und war verantwortlich für den Austausch von Informationen, Wünschen, Forderungen und Möglichkeiten zwischen Kommission, HSVA, ZSM, Bauwerft und allen weiteren Beteiligten.

Tab. 2: Die Mitglieder der Baubegleitenden Kommission 'Neubau METEOR' (vom November 1984)

Berger, U., Dipl. Ing.	* Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg
Bock, K.H., Dipl. Met.	Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Hamburg
Bröckel, K. von, Dr. (Sekretär)	Alfred Wegener Institut für Polarforschung, Bremerhaven
Dunkel, M., Dipl. Phys.	Max Planck Institut für Meteorologie
Hartmann, M., Dr.	Geologisch Paläontologisches Institut, Kiel
Hempel, G., Prof. Dr.	Alfred Wegener Institut für Polarforschung, Bremerhaven
Hiller, W., Dr.	Alfred Wegener Institut für Polarforschung, Bremerhaven
Holzmann, G., Dipl. Phys.	* Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg
Jaenicke, R., Prof. Dr.	Institut für Meteorologie, Mainz
Kautsky, H., Prof. Dr.	* Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg
Kremling, K., Dr.	Institut für Meereskunde, Kiel
Kögler, F.-C., Dr.	Geologisch Paläontologisches Institut, Kiel
Kudraß, H.R., Dr.	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover
Lenz, J., Prof. Dr.	Institut für Meereskunde, Kiel
Meincke, J., Prof. Dr. (Vorsitzender)	Institut für Meereskunde, Hamburg
Roeser, H.-A., Dr.	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover
Steinberg, R., Prof. Dr.	Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg
Ulrich, J., Dr.	Institut für Meereskunde, Kiel
Wille, P., Prof. Dr.	Forschungsanstalt für Wasserschallphysik und Geophysik, Kiel
Zenk, W., Dr.	Institut für Meereskunde, Kiel

* heute: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)

Der Bau der METEOR hielt alle Beteiligten zwei Jahre lang in Atem. Es galt, immer vor Ort zu sein, die Interessen und Wünsche der Wissenschaft zusammenzufassen und auf das Machbare zu reduzieren, sie den planenden Ingenieuren zu verdeutlichen, die Ausführungen an Bord zu kontrollieren, die Erprobungen zu beaufsichtigen und vieles mehr. Der Wunsch aller war es, so etwas wie eine METEOR-Tradition fortführen zu wollen, allen Ansprüchen der Eingeschifften zu genügen und das Leben der Seeleute leichter zu gestalten. Doch irgendwie wurde immer wieder eine Lösung oder ein Kompromiß gefunden, der alle zufriedenstellte und realisierbar war.

Es wurde viel diskutiert, entworfen, verworfen, formuliert, gefordert, beschlossen, abgelehnt, bestellt und manchmal in letzter Minute geändert. Auf der Werft entstand das Stahlschiff, nachdem am 10. April 1985 die Kiellegung erfolgt war. Als schließlich am 2. September 1985 die Ehefrau des damaligen Bundesministers für Forschung und Technologie, Frau Beatrix Riesenhuber, die Sektfflasche am Bug zerschellen ließ und dem Schiff damit seinen Namen gab, da erschien es vielen, die wenige Tage vorher noch an Bord waren, wie ein kleines Wunder. Einen Tag später fand dann, bei genügend Wasser in der Trave, der Stapellauf statt. Nun schwamm das Schiff. Es folgten die Ausrüstung, das heißt die Zusammensetzung des Puzzles, und die nicht endenwollenden Erprobungen, denn in bezug auf Ein-, und Ausrüstung wie auch dem Zusammenspiel vieler Komponenten war und ist die METEOR ein Prototyp.

Die hier folgenden Berichte von den ersten Fahrten, die zu den Reisen M 0 und M 1 zusammengefaßt sind, zeigen die Endphase, den Übergang von der Ansammlung einzelner Komponenten zu einem Ganzen, zu einem Forschungsschiff. Sie geben einen kleinen Einblick in die damaligen Probleme, ihre Lösungen und zeigen, wie dieser Prototyp langsam zu einer schwimmenden Forschungsplattform wurde. Inmitten all dieser Erprobungen lag der 15. März 1986, an dem METEOR offiziell dem Minister für Forschung und Technologie, Dr. Riesenhuber, und von ihm der DFG übergeben wurde.

Inzwischen sind einige Jahre vergangen. Der 'Weiße Schwan', der erst eine neue Zukunft als Forschungsschiff in Neuseeland haben sollte, hatte dort kein Glück und wurde 1992 abgewrackt. Die jetzt nicht mehr 'Neue METEOR' hat auf vielen Reisen ihre vielen guten Eigenschaften als Forschungsschiff unter Beweis gestellt. Meereskundler vieler Nationen und Generationen benutzen sie gerne als gut ausgerüstete Forschungsplattform und machen auf ihr ihre Erfahrungen. Und langsam verdrängen die auf dem 'Blauen Container' erlebten Anekdoten die des 'Weißen Schwanes'.

Manchmal wird sogar schon über ein Nachfolgemodell diskutiert, wieder ein Prototyp, vielleicht in Form eines Zweirumpfbootes, eines Halbtauchers. Leider noch ohne jegliche Absichtserklärung des BMFT. Aber, wie am Anfang gesagt, alles hat seine Zeit.

2 Erprobungsfahrten während der Werftzeit

2.1 Fahrten im Februar 1986

Am 4. Februar 1986 lief die METEOR zu der ersten Tagesfahrt (vgl. hierzu wie zu allen weiteren Fahrten Tab. 3) von Lübeck-Travemünde in die Lübecker Bucht aus. Die zweite Tagesfahrt folgte bereits am 6. Februar. Beide Ausfahrten dienten vor allem den Einstellungsarbeiten im Maschinenbereich und der Kontrolle der nautischen Einrichtungen und verliefen erfolgreich.

Die erste größere Fahrt fand vom 13. bis zum 15. Februar statt. Auch sie diente wiederum im wesentlichen dem Funktionstest der wichtigen schiffsseitigen Anlagen und Systeme. Darüber hinaus wurde unter der Beteiligung von Prof. Wille als Mitglied der baubegleitenden Kommission eine akustische Vermessung des Schiffes durch die Erprobungsstelle 71 der Bundeswehr in Aschau durchgeführt. Der Vermessung konnte aufgrund von sehr schlechtem Wetter leider nicht im geplanten Umfang durchgeführt werden, brachte aber Teilergebnisse, die auf einer zweiten Vermessung im Herbst '86 ergänzt werden sollten.

Außerdem wurde auf dieser Fahrt das gesamte Fischereigeschirr erfolgreich erprobt, und kleinere Mängel wurden festgehalten.

2.2 Werftprobefahrt in die Biscaya (20.02. - 07.03.1986)

Die 14tägige Werftprobefahrt war Teil des Lieferumfanges des Schiffes (siehe Tab. 3). Während dieser Fahrt wurden schiffsseitig unter anderem die folgenden Systeme und Anlagen in ihrer Funktion erprobt und teilweise abgenommen: Maschinenanlage mit der automatischen Überwachung, alle nautischen Systeme, die Einrichtung der Funkstation, die Wetterwarte mit allen Sensoren und der Rechneranlage sowie der APT-Anlage (Wettersatellitenempfangsanlage), die Klimatisierung der Räume, die Abfallbeseitigung, der gesamte Kombüsestrakt und die Energieversorgung.

Die Fahrt in das Gebiet mit der großen Wassertiefe von ca. 4000 m war natürlich vor allem für die Belange der wissenschaftlichen Nutzer (Tab. 4) wichtig. Die folgenden Arbeiten sollten durchgeführt werden: die Erprobung aller Winden, d.h. Ab- und unter Zug Wiederaufspulen der Drähte und Kabel, dabei Kontrolle der Windensteuerung, des Windenrechners und der Spulvorrichtung; teilweise Kalibrierung, Erprobung und Abnahme aller Lotanlagen, insbesondere das neu entwickelte Parasound (Sedimentechograph) und das Hydrosweep (Flächenlot) mit dem angeschlossenen Postprocessing 'Hydromap'; die Handhabung des Kernabsatzgestelles am Schiebebalken und andere Arbeiten der schweren Geologie; Erprobung des Fischereigeschirrs mit der Fischerei-, der Netz- und der Netzsondenwinde sowie Arbeiten der Ozeanographie (Verankerungen, Sonden und Gerätepeilungen). Daneben sollte die einwandfreie Funktion aller wissenschaftlichen Einrichtungen überprüft

Tabelle 3: Übersicht über die Fahrtabschnitte während der Erprobungsfahrten, der Reisen M 0 und M 1

<u>Erprobungsfahrten während der Werftzeit</u>		
04.02.1986	Tagesfahrt	Lübeck-Travemünde - Lübecker Bucht
06.02.1986	Tagesfahrt	
13.-15. 02.		Lübeck-Travemünde - Lübecker Bucht - Kieler Bucht
20.02.-07.03.		Lübeck-Travemünde - Nord-Ostsee-Kanal - Englischer Kanal - Le Havre
20.02.-24.02.		Lübeck-Travemünde - Le Havre
25.02.-03.03.		Le Havre - Biscaya - Le Havre
04.03.-07.03.		Le Havre - Lübeck-Travemünde
 <u>METEOR-Reise M 0</u>		
	Koordinator:	Dr. Klaus von Bröckel
15.03.-17.03.	(Über- führungsfahrt)	Hamburg - Büsum - Nord-Ostsee-Kanal - Kieler Bucht - Flensburg
24.03.-27.03.		Flensburg - Großer Belt - Kattegatt - Kieler Bucht - Kiel
28.03.		Kiel - Flensburg
07.04.-08.04.		Flensburg - Kieler Bucht - Kleiner Belt - Flensburg
02.05.		Flensburg - Kiel
06.05.		Kiel - Kieler Bucht - Kiel
07.-15.05.		Kiel - Nord-Ostsee-Kanal - Biscaya - Le Havre
 <u>METEOR-Reise M 1</u>		
	Koordinator:	Dr. Klaus von Bröckel
16.05.-27.05.		Le Havre - Ponta Delgada
28.05.-14.06.		Ponta Delgada - Kiel
	Kapitän:	Kapitän H. Bruns

Tab. 4: Fahrtteilnehmer der Erprobungsfahrt vom 25.02.-03.03.1986

Name	Fachrichtung	Institut
Bröckel, K. von, Dr.	Baubegleitende Kommission	AWI
Steinberg, R., Prof. Dr.	Fischerei	Bundesforschungsanstalt
Kögler, F.-C., Dr.	Geologie	GPI Kiel
Steen, E.	Geologie	GPI Kiel
Zenk, Dr. W.	Ozeanographie	IfM Kiel
Carlsen, D.	Ozeanographie	IfM Kiel
Bock, P.	Meteorologie	Seewetteramt
Basseck, D.	Meteorologie	Seewetteramt

werden, wie Energieversorgung, Laborwässer, Reinseewassersystem, Laboreinrichtungen, Datenverteilungssystem und andere mehr.

Auf der Fahrt konnten schiffsseitig vorgesehene Arbeiten im wesentlichen durchgeführt werden. Vorhandene Mängel und Fehler, vor allem in der Vielzahl der elektronischen Anlagen wurden aufgedeckt, erkannt und später beseitigt. Eine große Anzahl von Systemen zeigte ein einwandfreies und gutes Funktionieren (z. B. die Maschinen und der Versorgungstrakt).

Im wissenschaftlichen-technischen Bereich gab es sehr positive, wie auch extrem negative Ergebnisse. Im einzelnen:

Fischerei

Die vorgesehenen Arbeiten der Fischerei, d.h. Bodenfischerei und pelagischen Fischerei mit Kutternetzen, wie auf 'SOLEA', konnten problemlos und gut durchgeführt werden. Größere Schwierigkeiten gab es mit der Fischereiwinde, die aber inzwischen beseitigt wurden, und kleinere Veränderungen vor allem durch Abdecken von Hydraulikleitungen sollen noch zu einer Optimierung der Fischereiarbeiten beitragen.

Ozeanographie

Keine größeren Mängel zeigten sich bei den ozeanographischen Arbeiten. Die vorhandenen Einrichtungen wurden sehr positiv aufgenommen, dies galt vor allem für die Anzapfmöglichkeiten an landgestützte Rechnersysteme. Allerdings sind auch noch Veränderungen notwendig, wie eine Vergrößerung der Schanzkleidpforte und Änderungen am Spillkopf der W 4.

Geologie

Es sind wesentliche Änderungen im Bereich des Schiebebalkens und der Friktionswinde

notwendig, sonst gibt es recht gute Arbeitsmöglichkeiten in dem großen Geologielabor und auf dem Arbeitsdeck.

Windenanlage

Die Versorgung und der Antrieb der Winden erfolgt über eine sekundär gesteuerte Zentralhydraulik, die zum ersten Mal für Forschungswinden installiert wurde. Hier zeigten sich naturgemäß viele Kinderkrankheiten, die aber in der folgenden Zeit beseitigt werden konnten. Kinderkrankheiten zeigten sich ebenfalls bei der Windensteuerung (Rechner).

Alle wichtigen Winden sind mit Lebusschalen und einer stufenlos verstellbaren Spulvorrichtung (PIV-Getriebe) ausgestattet. In diesem Bereich ergaben sich erhebliche Probleme. Alle Winden, bis auf die W 12 (Speicherwinde mit dem Tiefseekabel) wurden ab- und wieder aufgespult, wobei die Winden W 1, W 2, W 3 und W 9 ein sehr schlechtes Aufspulverhalten zeigten. Die Messungen ergaben, daß die Lebusschalen nicht genügend Rillen besitzen, und durch den Ersatz der Lebusschalen auf der W 9 konnten später ein völlig einwandfreies Aufspulen erreicht werden. Die Lebusschalen der anderen genannten Winden sollen bis Herbst '86 auch ausgetauscht werden.

Die Speicherwinde spulte gut auf. Probleme entstanden bei der Friktionswinde, die aber auch inzwischen beseitigt werden konnten. Außerdem zeigte sich, daß die W 10 (Friktionswinde) mit einer Schallschutzhaube versehen werden muß.

Lotanlagen

Mit den Lotanlagen wurden nur sehr enttäuschende Ergebnisse erzielt. Das Parasound, d.h. einer der zur Anlage gehörenden Elektronikschränke, war auf der Werft durch einen Rohrbruch erheblich beschädigt worden und erst am Ende der Reise wieder funktionsfähig, so daß hier keine Aussagen über ein Funktionieren der Anlage gemacht werden konnten.

Das Sonar erbrachte keine Ergebnisse. Wie sich später im Dock zeigte, war der Schwingkopf abgerissen. Nur das Navigationslot funktionierte einwandfrei. Das größte Problem ergab sich mit dem Hydrosweep (Flächenlot), dessen Schwingersysteme bündig in der Bodenplatte nahezu in der Mitte des Schiffes eingebaut sind. Alle anderen Schwinger sitzen vorne direkt hinter dem Bug in der Bodenplatte, wo die zwei Hydrosweep-Schwinger aufgrund ihrer Größe nicht unterzubringen sind (ca. 1 x 3 m einmal in Schiffs längs- und einmal Schiffsquerrichtung). Die geplanten Kalibrierungsarbeiten konnten hier nicht durchgeführt werden, so daß die von IFREMER ausgelegten Transpondersysteme für eine genaue Navigation nicht gebraucht wurden.

Es zeigte sich schließlich, daß mit großer Wahrscheinlichkeit das Nichtfunktionieren des Hydrosweep durch Luftblasen unter dem Schiff, die eine totale akustische Abschirmung darstellen, bedingt ist. Versuche ergaben, daß diese Luftblasen nicht durch das Omnidruster unter das Schiff gelangen, sondern daß wahrscheinlich die spezifische Konstruktion des Wulstbuges für dieses Phänomen verantwortlich ist.

Aufgrund dieser Tatsachen mußte die erste geplante Reise in der vorgesehenen Form (Erprobung des Hydrosweep in der Tiefsee bei Puerto Rico) abgesagt werden.

Allgemeines

Die Ergebnisse der Reise machten eine weitere Erprobungsfahrt notwendig und zeigten viele Kinderkrankheiten in fast allen Systemen auf.

Trotzdem überwog bei den wissenschaftlichen Teilnehmern ein sehr positiver Eindruck, den das Schiff, seine wissenschaftlich-technischen Möglichkeiten, seine Laborausstattungen, die Verarbeitung, sein Seegangsverhalten, die Lebensbedingungen und nicht zuletzt die gute Versorgung durch die Schlichting-Werft, der an dieser Stelle noch einmal gedankt sein soll, hinterlassen haben.

3 METEOR-Reise M 0

Unter dem Begriff "Reise M 0" sind alle Fahrten der METEOR eingeordnet, die in der Zeit vom 15. März 1986, der Übergabe durch die Schlichting-Werft an das BMFT, bis zum 16. Mai 1986, dem Auslaufen zur wissenschaftlich-technischen Erprobungsfahrt M 1, durchgeführt worden sind (Tab. 5).

3.1 Die Fahrten vom 24.-27. März und vom 7.-8. April

Diese beiden 'hydroakustischen Vermessungsfahrten' wurden durchgeführt, um Meßwerte über die Größe, die Ausdehnung und die Ursache der unter dem Schiff festgestellten Luftblasen zu erhalten. Diese hatten bekanntlich auf der Werfterprobungsfahrt in die Biscaya (Februar/März) die geplanten Kalibrierungs- und Erprobungsarbeiten mit dem Hydrosweep verhindert.

Dazu waren folgende Installationen unter dem Schiff angebracht worden:

- zum einen ein Röhrensystem, das eine Probennahme von dem voraussichtlich vorhandenen Wasser/Luft-Gemisch an 11 Positionen in unterschiedlichen Entfernungen vom Schiffsboden erlaubte (während der ersten Fahrt),
- zum anderen 11 Schwinger, die miteinander kommunizieren konnten und an unterschiedlichen Positionen mit verschiedenen Abständen zur Schiffshaut angebracht waren (beide Fahrten),
- und eine bzw. zwei (erste bzw. zweite Fahrt) "low-light" Unterwasserkameras, die teilweise drehbar waren.

Nur die Ergebnisse mit den Fernsehkameras waren verwertbar. Von den installierten Schwingersystemen versagten zu viele Einzelkomponenten, und das vorhandene Röhrensystem war in seiner Konzeption noch zu unausgereift, um sinnvolle Rückschlüsse auf die Ausdehnung des Luftblasenteppiches zuzulassen. Sie erbrachten im einzelnen:

Tab. 5: Fahrtteilnehmer METEOR-Reise M 0

hier: Fahrtabchnitt vom 24. - 27. 03.1986

(zu den Institutionen vgl. Tab. 9)

Name	Fachrichtung	Institutionen/Firma
Bröckel, K. von, Dr.	Baubegleitende Kommission	AWI
Hempel, G., Prof. Dr.	Senatskommission	AWI
Meincke, J., Prof. Dr.	Leitstelle METEOR	IfM
Schmickler, H.	Leitstelle METEOR	IfM
Kögler, F.-C., Dr.	wiss. Kommission	GPI
Wille, P., Prof. Dr.	wiss. Kommission	FWG
Ginzkey, K., Dr.	Kamera	FWG
Scholz, H.	Kamera	FWG
Kaiser, A.	Inspektion	RF
Tietjen, G.	Inspektion	RF
Rauh, U.	Bauwerft	SW
Otten, P.	Bauwerft	SW
Hoffmann, K.	Bauleitung	ZSM
Geering, V.	Koordination	KAE
Ziese, Dr.	Lote	KAE
Luderer, G., Dr.	NPL & INS	KAE
Wittstock, G., Dr.	NPL & INS	KAE
Sajonz, P.	Dolog & Lote	KAE
Hajek, H.	Arcap	KAE
Schlüter, W.	Arcap	KAE
Mandrosch, J.	Garantieingenieur	SW
Thun, H.	Klima	Bronswerk
Erdmann, H.	Meteorologie	SWA
Bassek, D.	Meteorologie	SWA

- Es besteht kein einfacher Zusammenhang zwischen den Störungen und den Betriebszuständen des Schiffes (Geschwindigkeit, Kurs relativ zur See, Wellenhöhe).
- Es existieren drei unterschiedliche Typen von Blasenschleiern, die gleichzeitig vorkommen und unterschiedliche Ausdehnungen haben.
- Bei den beobachteten Luftblasengrößen ist eine starke akustische Abschirmung in einem breiten Frequenzbereich zu erwarten.
- Luftblasenteppiche reichen regelmäßig auch bis weit unterhalb des Kastenkieles, somit reicht eine Verlegung der Schwingersysteme auf die Ebene des Kastenkieles (50 cm unter den Schiffsboden) bzw. in ihn hinein nicht aus.
- Es konnte kein Bereich vor den Hydrosweep-Schwingern ausgemacht werden, der keine Luftblasen enthält und flächenmäßig groß genug ist, um das Schwingersystem aufzunehmen.

Parallele Beobachtungen mit einer Videokamera von dem Wellenbild am Bugwulst und den Luftteppichen unter dem Schiff ergab folgendes:

- Es besteht ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines Wirbels hinter dem Bugwulst, mit dem offensichtlich Luft unter das Schiff verbracht wird, und den auftretenden Luftblasenschleiern unter dem Schiff.

Damit war der Bugwulst als Hauptverursacher für den Luftblasenteppich erkannt.

Auf einer anschließenden Sitzung mit allen Beteiligten wurde beschlossen, eine Neugestaltung des Buges der METEOR, die hydronamische Vorteile (Leistungsoptimierung) mit akustischer Verträglichkeit vereinigt, vorzunehmen. Dieser neue Bug, der kein Wulstbug mehr sein wird, soll im Herbst '86 an das Schiff angebaut werden.

Daneben wurden auf den hydroakustischen Vermessungsfahrten, wie auf allen anderen Systemerprobungs- und Meßfahrten auch, von der Bauleitung und der Bauwerft bzw. ihrer Unterlieferanten, Abnahmen, Vorführungen und Einstellungen von Geräten, Systemen und Anlagen durchgeführt, die für das Funktionieren des Schiffes wichtig sind. Als Beispiele seien hier nur erwähnt: die Maschinenanlage mit ihren Überwachungssystemen, die gesamte nautische Anlage mit der integrierten Navigation und dem Navigationsplanungsrechner, der Omnithruster, bei dem der Impeller gewechselt worden war, das Arbeitsboot mit der Seegangsfolgeeinrichtung, die Klimaanlage des Schiffes, die Lotanlagen und die Wetterwarte mit allen Sensoren und ihrer Datenverarbeitung.

Auf der ersten Vermessungsfahrt wurde zusätzlich das inzwischen fertiggestellte Parasound mit sehr vielversprechenden Ergebnissen erprobt. Es konnte eine gute Auflösung von Sedimentschichten (bis 30 m Dicke) in geringen Wassertiefen (ca. 30 bis 40 m) erreicht werden.

3.2 Die Fahrten vom 2. und 6. Mai

Auf diesen beiden Fahrten erfolgte eine Erprobung und Einstellung der Maschinenanlage, des Omnithrusters, der Geapos-Anlage, des Navigationsplanungsrechners und der integrierten Navigationsanlage. Es wurden außerdem eine Meilenfahrt zur Bestimmung der unterschiedlichen Schiffsgeschwindigkeiten bei einzelnen Maschinenleistungen und eine Pfahlzugprobe durchgeführt.

3.3 Die Reise vom 7. - 15. Mai in die Biscaya

Die Reise führte von Kiel durch den Nord-Ostsee-Kanal, wo in Brunsbüttel noch Schweröl gebunkert wurde, in die Nordsee, weiter durch den Englischen Kanal in die Biscaya, wo das Arbeitsgebiet über mehr als 4000 m Wasser erreicht wurde ($48^{\circ}13' N / 11^{\circ}20' W$). Nach dem Abschluß der Systemerprobungen ging die Fahrt nach Le Havre, wo sie am 15. Mai beendet wurde (Abb. 1, Tab. 6).

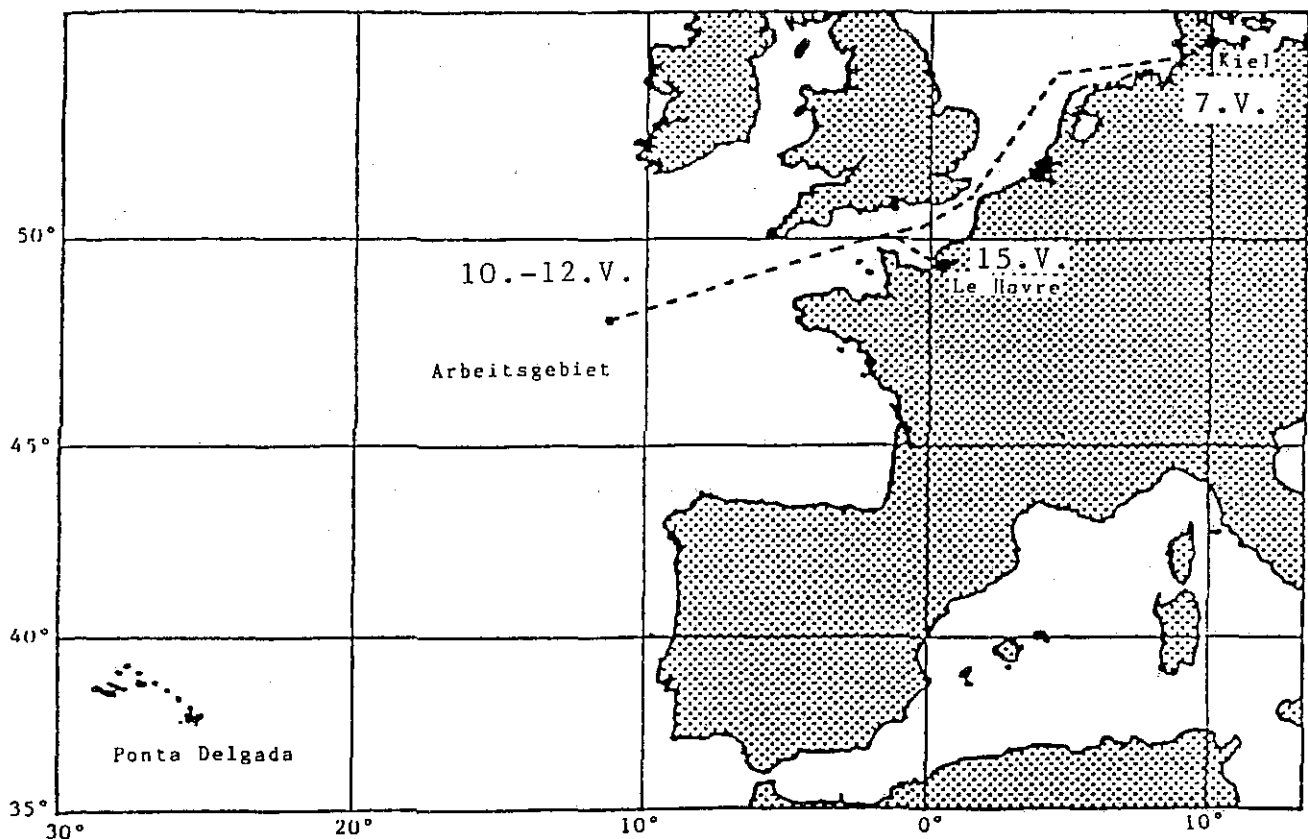


Abb. 1: Fahrtroute der Teilreise M 0 vom 7. - 15. Mai 1986

Tab. 6: Fahrtteilnehmer METEOR-Reise M 0

hier: Fahrtabschnitt vom 07. - 15. 05.1986

(Siehe Tab. 5)

Name	Fachrichtung	Institut
Bröckel, K. von, Dr.	Koordinator, baubegleitende Kommission	AWI
Bassek, D.	Meteorologie	SWA
Block, P.	Lote	KAE
Bruns, R.	Lote	KAE
Buhlmann, K., Dr.	Meteorologie	SWA
Dobinsky, H.	Bauaufsicht	ZSM
Dugge, P.	Lote	KAE
Erdmann, H.	Meteorologie	SWA
Feddersen, R.	Krähne	Hatlapa
Feldmann, W., Kpt.	Bauaufsicht	ZSM
Gerlach, M.	Lote	KAE
Glock, E.	Hydraulik	Rexroth
Hasenstab, N.	Hydraulik	Rexroth
Hoffmann, K.	Bauaufsicht	ZSM
Hoffmann, R.	Navigationsanlage	KAE
Knauer, G.	Bauaufsicht	ZSM
Linke, C.	Reederei	RF
Loof, H.	Navigationsanlage	KAE
Mandrosch, J.	Garantieingenieur	SW
Neu, W.	Lote	KAE
Oesterle, A.	Navigationsanlage	KAE
Otten, P.	Bauwerft	SW
Plett, B.	Bauwerft	SW
Schuster, P.	Elektroanlage	AEG
Uhrbrock, J.	Lote	KAE

3.3.1 Vorgesehene Erprobungen

Die Aufgabe der Fahrt war zum einen die Erprobung der folgenden schiffsseitigen Systeme: Maschinenanlage mit Überwachung, dynamische Positionierung (Geapos) mit dem Joystick, NPL/INS (Navigations Planung / Integriertes Navigations System), ARCAP (Automated Radar Controlles Adaptive Pilot), Wetterwarte mit allen Anlagen, insbesondere der APT-Station (Wettersatellitenempfangsanlage) und dem Dolog sowie dem EM-Log (Geschwindigkeitsmesser). Zum anderen sollten vor allem für die wissenschaftlichen Nutzer wichtige Systeme, die auf der Werfterprobungsfahrt in die Biscaya noch erhebliche Mängel aufgezeigt hatten und in der Zwischenzeit verbessert wurden, überprüft und getestet werden:

Windenanlage

Es sollte ihr funktionsfähiger Zustand, das Fehlen von Störungen durch Aktivitäten der Funkstation, das Funktionieren der Friktionswinde, bei der unter anderem die Friktions-scheiben nachgeschliffen wurden, und der W 9 (Einleiterschleppwinde), die eine neue Lebuschale erhalten hatte, geprüft werden. Außerdem sollte die W 12 (Speicherwinde mit 11000 m Einleiterkabel (18 mm Durchmesser)) zusammen mit der Friktionswinde soweit wie möglich abgespult werden.

Schiebebalken und Kernabsatzgestell

Hier waren erhebliche Modifikationen vorgenommen worden, und das einwandfreie Ziehen eines Kernes mit einem Kastenlot auf 4000 m sollte erprobt werden.

Lotanlage

Es waren Veränderungen in der Software des Hydrosweep durchgeführt worden, die für ein Funktionieren des Systems notwendig waren. Hier sollte bei Schiffszuständen ohne den Luftblasenschleier unter dem Schiffsboden Testreihen gefahren werden. Das Parasound, das im flachen Wasser bereits erprobt wurde, sollte auch im tiefen Wasser getestet werden.

3.3.2 Ergebnisse der Erprobungen

Auf die zum großen Teil erfolgreiche Erprobungen der unterschiedlichsten schiffsseitigen Anlagen soll hier nicht eingegangen werden. Die Erprobung der für die wissenschaftlichen Arbeiten wichtigen Anlagen zeigte die folgenden Ergebnisse.

Windenanlage

Die Friktionswinde funktioniert ausgesprochen gut, nur mit einer Andrückrolle ergaben sich noch Schwierigkeiten, die beseitigt werden müssen.

Die W 9 spult nach dem Auswechseln der Lebuschale erfreulich gut, es wurden fast die gesamten 8000 m Kabel aus- und wieder eingefahren.

Die W 12 (Speicherwinde mit dem Tiefseekabel) spult ebenfalls problemlos auf, es wurden fast die gesamten 11000 m ab- und wieder aufgespult.

Bei den Winden W 1, W 2 und W 3, die alle sehr schlecht aufspulen, wurde noch einmal klargestellt, daß auch hier die Lebuschalen auszuwechseln sind.

Die gesamte Windenanlage mit dem Windenrechner funktionierte mit vereinzelten Ausfällen recht gut. Probleme ergaben sich mit der mechanischen Bremse bei der W 2, den Streckenverbindungen der "Bauchläden", die nur bedingt für einen Seebetrieb geeignet sind, und beim Umschalten auf die W 10 (Friktionswinde).

Die getesteten Notstop-Funktionen wirken bei allen Winden gut und problemlos.

Außerdem wurden die Meterräder (Baensch-Blöcke) getestet, die unter dem Schwenk-Knick-Ausleger (W 1, W 2, W 3) und dem A-Rahmen (W 9) angebracht sind und bei Ausfall des Windenrechners die Seillänge, die Seilgeschwindigkeit und den Seilzug anzeigen können. Ihre Funktion wurde nachgewiesen.

Schiebebalken

Die durchgeführten Veränderungen am Schiebebalken ermöglichen jetzt ein problemloses Handhaben des Kernabsatzgestelles mit und ohne Kastenlot. Ein Kastenlot konnte erfolgreich aus einer Tiefe von ca. 4000 m gewonnen werden.

Lotanlagen

Vereinzelte Aufnahmen des Hydrosweep lassen auf eine gute Darstellung nach Abstellen des Luftblasenschleiers hoffen.

Das Parasound erbrachte in tiefem Wasser keine optimalen Ergebnisse, hier soll durch eine Erhöhung der Lotfolgen eine Verbesserung erreicht werden. Die reinen NBS-Funktionen (narrow-beam-sounder) bei 18 und 33 kHz sind gut.

Die Erprobungen der schiffsseitigen Anlagen ergaben kleinere und größere Mängel, vor allem in der Software der elektronischen Anlagen, die teilweise schon an Bord behoben werden konnten.

Hervorgehoben werden soll das gute Funktionieren der dynamischen Positionierung, die praktisch bei allen stationären Arbeiten eingesetzt wurde.

Insgesamt kann die Fahrt als voller Erfolg angesehen werden. Das Schiff mit seiner Besatzung überzeugte durch die Vielzahl seiner Möglichkeiten und war am Ende der Fahrt gut vorbereitet, um den Anforderungen und Aufgaben der folgenden wissenschaftlich-technischen Erprobung (als METEOR-Reise M 1) voll gerecht zu werden.

4 **METEOR-Reise M 1**

Die wissenschaftlich-technische Erprobungsfahrt der METEOR, sozusagen der erste Test durch die wissenschaftlichen Nutzer, führte in der Zeit vom 16. Mai bis zum 14. Juni von Le Havre in das NOAMP-Gebiet (Nordostatlantisches Monitoring Programm), in dem die meisten Arbeiten ausgeführt wurden, nach Ponta Delgada auf den Azoren, wo ein Teil der Eingeschiffen ausgetauscht wurden, wieder in das NOAMP-Gebiet und zurück durch den Englischen Kanal, die Nordsee und den Nord-Ostsee-Kanal nach Kiel. Die Fahrtroute ist in der Abbildung 2 dargestellt.

Die Teilnehmer der einzelnen Fahrabschnitte, die beteiligten Institute und die Firmen sind in den Tabellen 7 bis 9 aufgeführt.

Hervorgehoben werden soll hier der sehr positive Eindruck, der bei allen Teilnehmern über die Möglichkeiten des Schiffes und seiner wissenschaftlich-technischen Einrichtung, während aller Arbeiten entstanden ist. Die METEOR kann als Forschungsschiff von allen marinen Disziplinen optimal genutzt werden und stellt heute in allen Anlagen und Systemen den modernen Stand der Technik dar. Dieses System 'Schiff' erhält sein Leben und seinen Wert für die wissenschaftlichen Nutzer vor allem durch die Aktivitäten der Besatzung, ihrer Fähigkeit, ihrer Einsatzbereitschaft, ihrer Menschlichkeit und nicht zuletzt durch ihr Improvisationstalent. In der Auseinandersetzung mit dem Schiff und seinen Systemen entwickelt sich in allen Bereichen der Besatzung ein Potential, das die Fahrten der METEOR nicht nur zu wissenschaftlichen Erfolgen, sondern auch zu freudigen Erlebnissen verhelfen wird.

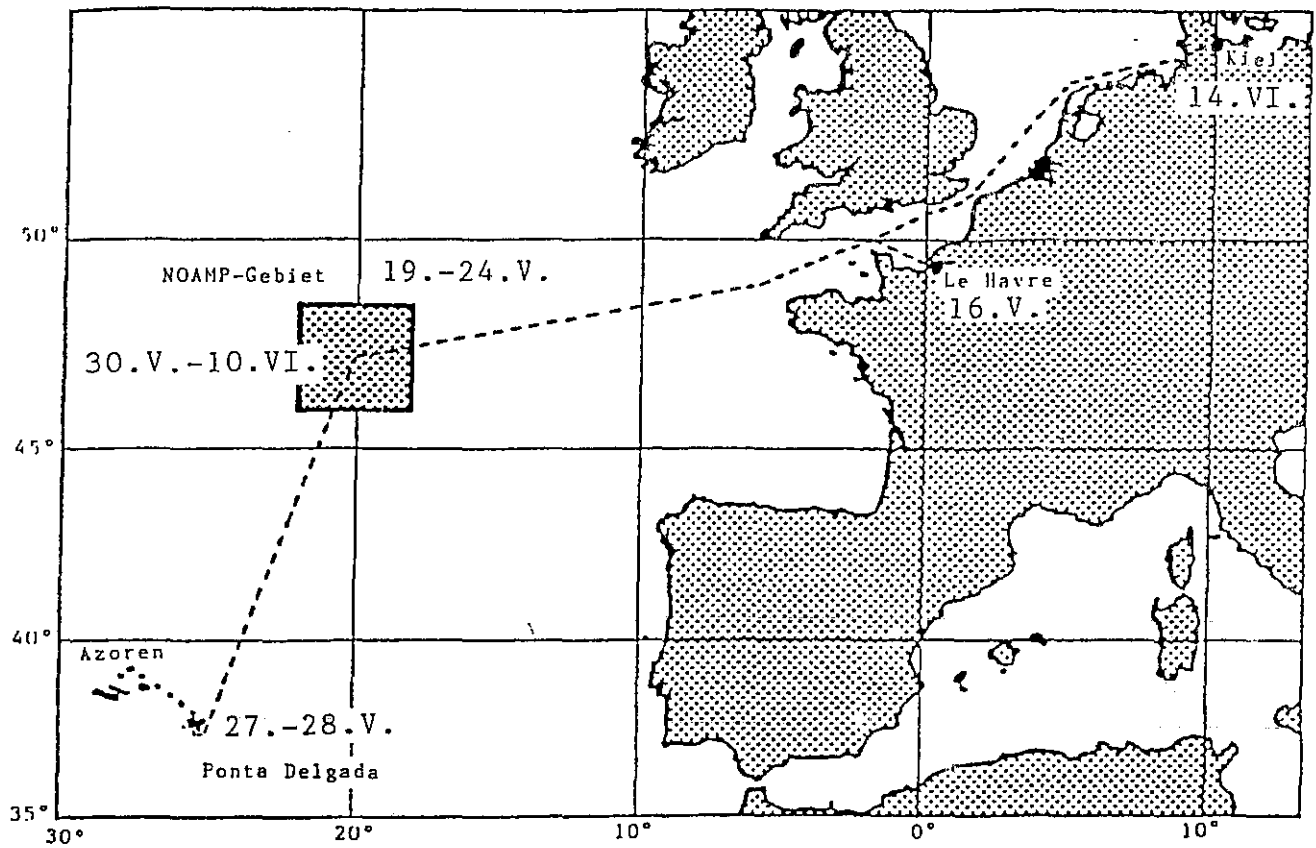


Abb. 2: Fahrtroute der Reise M 1 vom 16. Mai bis zum 14. Juni 1986

Tab. 7: Fahrtteilnehmer der METEOR-Reise M 1

1. Fahrtabschnitt vom 16.05.-27.05.1986

Name	Fachrichtung	Institut
Bröckel, K. von, Dr.	Koordinator, baubegleitende Kommission	AWI
Weidemann, H., Prof. Dr.	wiss. Fahrtleiter	DHI
Buhlmann, K., Dr.	Meteorologie	SWA
Bassek, D.	Meteorologie	SWA
Blaume, F.	Geologie	IMGP
Damm, H.	Reederei	RF
Erdmann, H.	Meteorologie	SWA
Griegoleit, R.-P.	Chemie	IfM
Heinrich, H., Dr.	Ozeanographie	DHI
Jantschik, R.	Geologie	IMGP
Johannsen, Ch.	Chemie	IfM
Kremling, K., Dr.	Chemie	IfM
Langmaack, H.	Zentralwerkstatt	IfM
Mandrosch, J.	Garantieingenieur	SW
Petersen, H.	Chemie	IfM
Petersen, J.	Chemie	IfM
Petrick, G.	Chemie	IfM
Pilnay, C.	Planktologie	IfM
Prien, K.-H.	Chemie	IfM
Schulz, D.	Chemie	IfM
Stienen, C., Dr.	Planktologie	IfM
Thiel, D.	Planktologie	IfM
Wenck, A.	Chemie	IfM

Tab. 8: Fahrtteilnehmer der METEOR-Reise M 1

2. Fahrtabschnitt vom 28.05.-16.06.1986

Name	Fachrichtung	Institut
Bröckel, K. von, Dr.	Koordinator baubegleitende Kommission	AWI
Weidemann, H., Prof. Dr.	wiss. Fahrtleiter	DHI
Auffret, G.	Ozeanographie	IFREMER
Buhlmann, K., Dr.	Meteorologie	SWA
Bassek, D.	Meteorologie	SWA
Erdmann, H.	Meteorologie	SWA
Giese, H.	Physik	DHI
Griegoleit, R.-P.	Chemie	IfM
Johannsen, H.	Chemie	IfM
Mandrosch, J.	Bauwerft	SW
May, H.	Ozeanographie	DHI
Meyer, H.	Reederei	RF
Mittelstaedt, E., Dr.	Physik	DHI
Perchoc, R.	Ozeanographie	IFREMER
Petrick, G.	Chemie	IfM
Pilnay, C.	Planktologie	IfM
Prien, K.-H.	Chemie	IfM
Schilling, W.	Ozeanographie	DHI
Schulz, D., Dipl.-Chem.	Meereschemie	IfM
Stienen, C., Dr.	Planktologie	IfM
Sturm, M., Dr.	Chemie	EAWAG
Thiel, D.	Planktologie	IfM
Wenck, A.	Chemie	IfM
Zank, U.	Ozeanographie	DHI

Tab. 9: An den METEOR-Reisen (bis einschließlich M 1) beteiligte Institutionen und Firmen

AEG	Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft, Fachbereich Schiffbau, Hamburg
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
Bronswerk	Deutsche Bronswerk GmbH, Klima- und Kühlanlagen, Hamburg
Bundesforschungsanstalt	Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg
DHI	Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg
EAWAG	Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, Dübendorf Schweiz
FWG	Forschungsanstalt für Wasserschall- und Geophysik, Kiel
GPI	Geologisch Paläontologisches Institut der Universität Kiel, Kiel
Hatlapa	Hatlapa-Maschinenfabrik, Uetersen
IfM	Institut für Meereskunde an der Universität Kiel, Kiel
IFREMER	Institute Francais de Recherche et Exploration de la Mer, Brest Frankreich

Tab. 9:

Fortsetzung

IMGP	Institut und Museum für Geologie und Paläontologie, Universität Göttingen, Göttingen
KAE	Krupp Atlas Elektronik, Bremen
Rexroth	Mannesmann-Rexroth, Lohr
RF	Reedereigemeinschaft Forschungsschiffahrt, Bremen
SW	Schlichting-Werft, Lübeck-Travemünde
SWA	Seewetteramt, Hamburg
ZSM	Zentralstelle für Schiffs- und Maschinentechnik, Hamburg

4.1 Verlauf der Reise (H. Weidemann)

Allgemeine Aufgabenstellung

Die Reise M 1 sollte einem doppelten Zweck dienen:

- zum einen, bestimmte wissenschaftliche Aufgaben zu erfüllen, und dabei
- zum anderen, die Arbeitsmöglichkeiten mit dem neuen Schiff gründlich zu erproben, um eventuelle Mängel zu erkennen, die sich zum Teil erst im Routinebetrieb herausstellen.

Wissenschaftliche Aufgaben

Im einzelnen waren Untersuchungen zu folgenden wissenschaftlichen Themen geplant:

- Partikelfluß und Spurenelemente (biologisch-chemische Gruppe des Institutes für Meereskunde Kiel) ;
- Bodentopographie und Sedimentation (geologische Gruppe des Deutschen Hydrographischen Institutes und der Universität Göttingen) während des 1. Abschnittes;

- Strömungen und Hydrographie (ozeanographische Gruppe des Deutschen Hydrographischen Institutes, mit Unterstützung durch das Institut für Meereskunde Kiel, den Fahrtleiter, IFREMER/COB Brest sowie durch einen Schweizer Kollegen) während des 2. Abschnittes.

Die beiden zuletzt genannten Aufgaben waren an das sogenannte NOAMP-Gebiet gebunden, weil dort eine Reihe von Verankerungen lagen, die zu bergen waren. Es lag daher nahe, die biologisch-chemischen Arbeiten ebenfalls in diesem Seegebiet durchzuführen.

Erprobungs- und Testaufgaben

Der für die genannten wissenschaftlichen Aufgaben notwendige Forschungsbetrieb erfordert den Einsatz verschiedenster Einrichtungen des Schiffes sowie seines Personals. Es galt zu prüfen, ob die Einrichtungen zweckmäßig bzw. ausreichend sind, und insbesondere ob Mängel festzustellen sind, deren Beseitigung möglicherweise unter den Garantieanspruch fällt. Ferner sollte geprüft werden, ob das verfügbare Schiffspersonal fachlich und zahlenmäßig in der Lage ist, die zur Erfüllung der wissenschaftlichen Aufgaben notwendige oder wünschenswerte Hilfestellung zu leisten.

4.1.1 Erster Fahrtabschnitt

Die Einschiffung von 17 Teilnehmern des ersten Fahrtabschnittes erfolgte am 15. Mai nachmittags in Le Havre; weitere Teilnehmer waren der Koordinator und Fahrtleiter des ersten Fahrtabschnittes, Dr. von Bröckel, sowie zwei Vertreter der Werft bzw. Reederei, so daß die Gesamtzahl 20 betrug.

Am 16. Mai nachmittags, nach dem Auslaufen aus Le Havre, wurde in einer ersten Besprechung dem Kapitän das Programm der einzelnen Gruppen vorgestellt, wobei eine Reihe technischer Fragen geklärt wurden. Als vorläufiger Ansteuerungspunkt wurde das Zentrum des NOAMP-Gebietes (47,5° N / 20° W) angegeben. Bereits am folgenden Tag stellte sich schlechtes Wetter ein, mit auf 7-8 Bft. auffrischendem südwestlichen Winden: der Beginn einer länger anhaltenden Periode zyklonalen Wetters mit überwiegend starken Winden und z.T. hohem Seegang.

Am Pfingstmontag (19.5.) wurde das Zielgebiet erreicht. Da es eine vorübergehende Wetterberuhigung gab, konnte mit den ersten Versuchen begonnen werden, und zwar zunächst mit dem Aussetzen von Treibbojen mit Sinkstoffallen; dabei wurden u.a. Versuche über die Funkpeil-Reichweite unternommen. Am gleichen Tag wurde eine erste Tiefenwasserprobe mit dem 400-Liter Wasserschöpfer (zur Untersuchung auf gelöste PCBs) entnommen. Die erste von zahlreichen gleichartigen Stationen fand am folgenden Tag (20.5.) statt, bei der physikalische, chemische und biologische Untersuchungen der Wassersäule vorgenommen wurden, und zwar stets in der Nähe der Treibbojen bzw. später an der gleichen

Position. Obwohl inzwischen der Wind wieder auf Stärke 7-8 aufgefrischt hatte, gelang das Ausbringen der übrigen Treibbojen mit Sinkstoffallen ohne besondere Probleme.

Die folgenden Tage waren gekennzeichnet durch anhaltend hohe Dünung (5-7 m), die meist aus nordwestlicher Richtung stand, wogegen der Wind westlich war. Dies hatte zur Folge, daß das während der Stationen gegen den Wind liegende Schiff teilweise heftige Rollbewegungen machte (bis zu $\pm 25^\circ$) und dabei viel Wasser auf das Arbeitsdeck nahm. Die Treibbojen, deren jeweilige Positionen durch das ARGOS-System bekannt waren, wurden am 23.5., d.h. 3 bzw. 4 Tage nach dem Aussetzen wieder aufgenommen. Dabei stellte sich leider heraus, daß nur noch eine Sinkstoffalle vorhanden war; bei den drei übrigen war das Kevlar-Tragseil oberhalb der Unterwasser-Auftriebselemente abgerissen, vermutlich verursacht durch die starken Vertikalbewegungen und -beschleunigungen im hohen Seegang. Diese Erfahrung führte zu dem Beschluß, die verbliebene letzte Falle nicht mehr, wie ursprünglich vorgesehen, vor dem Ablaufen nach Ponta Delgada auszusetzen.

Während der gesamten Zeit im Arbeitsgebiet nutzte die Geologiegruppe die Nachtstunden, um mit dem Parasound-Lot ausgewählte Profile abzulaufen, die sowohl zur Ergänzung der bereits vorliegenden, auf SEABEAM-Lotungen beruhenden detaillierten Tiefenkarte als auch zur Sedimentuntersuchung dienen sollten. Der Wunsch, auch einen Kastenlotkern zu ziehen, konnte während des schlechten Wetters zunächst nicht erfüllt werden, zumal sich der zum Absatzgestell gehörende schwere Zapfensatz zum Schiebebalken im untersten Laderaum befand und bei den starken Schiffsbewegungen das Herausholen und die Montagearbeit als zu riskant erschien. Am 24.5. entschloß sich der Kapitän jedoch, die Arbeiten hierzu durchführen zu lassen, die mehrere Stunden in Anspruch nahmen. Am Nachmittag dieses Tages konnte dann auf einer ausgewählten Position (dem obersten Punkt einer Kuppe) eine Kastenlotprobe mit Erfolg gezogen werden (Einzelheiten hierzu siehe Kap. 4.2.1). Nach Abschluß dieser Arbeit wurde am 24.5. abends das NOAMP-Gebiet in Richtung Azoren verlassen. Am 27.5. morgens machte das Schiff in Ponta Delgada (S. Miguel) fest. Die dreiköpfige Geologengruppe und vier Mitglieder der Kieler Chemiegruppe wurden ausgeschifft.

4.1.2 Zweiter Fahrtabschnitt

Neu eingeschifft wurde eine aus fünf Angehörigen des Deutschen Hydrographischen Institutes (heute BSH, siehe Tab. 9), einem Schweizer und zwei Franzosen bestehende Ozeanographengruppe. Die Gesamtzahl der Eingeschifften (einschließlich der beiden Werft- bzw. Reedereivertreter) betrug damit nunmehr 21. Am Abend des 28.5. lief das Schiff wieder aus mit dem Kurs in Richtung des alten Arbeitsgebietes.

Am 29.5. wurde, wiederum zusammen mit dem Kapitän, das Programm dieses Abschnittes besprochen. Im Mittelpunkt stand die geplante Aufnahme von insgesamt 14 verankerten Geräteketten (9 deutsche und 5 französische). Diesem Teil der Aufgaben war hohe Priorität beizumessen, da die Geräte teilweise schon über ein Jahr auslagen und in absehbarer Zeit keine weitere Möglichkeit mehr für ihre Bergung bestanden hätte. Im übrigen sah das ozeanographische Programm eine größere Zahl von XBT-Kursen (zur Aufnahme der

Temperaturprofile bis etwa 900 m Tiefe) und eine Anzahl von tiefen CTD-Stationen vor, um Daten für den Vergleich der Temperatur- und Salzgehaltsverteilung bis in Bodennähe mit früheren Messungen zu gewinnen. Im Rahmen des biologisch-chemischen Programmes wurde beschlossen, die letzte verbliebene Sinkstoffalle noch einmal auszusetzen und täglich einmal in ihrer Nähe eine Standardstation zu fahren; außerdem sollten einige weitere 400-Liter-Proben aus der Tiefe entnommen werden.

Im Gegensatz zum vorangegangenen Fahrtabschnitt war das Wetter in der folgenden Periode ausgesprochen ruhig; das Arbeitsgebiet lag meist im Zentrum oder im oberen Randbereich eines kräftigen Azorenhochs. Bereits am folgenden Tag (30.5.) konnte daher mit der Aufnahme von Geräteketten begonnen werden, als erste eine der französischen. Am gleichen Abend konnte die Sinkstoffalle etwa an der alten Position wieder ausgesetzt und noch eine 400-Liter-Probe aus 750 m Tiefe geholt werden.

An den folgenden Tagen (vom 31.5.-6.6., mit Ausnahme des 3.6.) fand jeden Morgen eine Standard-Station statt, bei der die Wassersäulenmessungen (CTD, Planktonnetze und 30-Liter-Rosette sowie eine Secchischeibenbeobachtung) durchgeführt wurden. Infolge des ruhigen Wetters hatte sich eine Planktonblüte entwickelt, womit den Biologen eine willkommene Gelegenheit geboten war, deren Entwicklung zu verfolgen (vgl. Kap. 4.2.4). Innerhalb des gleichen Zeitraumes wurde während der restlichen Tageszeit die Bergung der Geräteketten fortgesetzt; am 31.5. wurden zwei deutsche Ketten geborgen, eine dritte - leider eine besonders lange und daher wertvolle - zeigte jedoch keinerlei Reaktion auf die akustischen Auslöseversuche. Am 1.6. gelang die Aufnahme dreier deutschen Ketten, zum Teil nach langer Suche, weil der Sender, der nach dem Aufschwimmen Peilzeichen geben sollte, versagt hatte.

Die Sinkstoffallen-Treibboje wurde am 2.6. zur Sicherheit kurz aufgenommen und kontrolliert, dann gleich wieder am gleichen Ort ausgelegt. An diesem Tag konnte nur eine weitere deutsche Kette aufgenommen werden; bei einer zweiten scheiterte der Versuch, obwohl die akustischen Auslösekommandos mehrmals einwandfrei bestätigt wurden. Möglicherweise war ein Teil der Kette mit den Auftriebselementen abgerissen und vertrieben, so daß nur noch die Reste am Boden lagen.

Am folgenden Tag (3.6.) gelang die Bergung zweier französischer Ketten, am 4.6. einer weiteren französischen sowie einer deutschen. Dabei gab es in beiden Fällen Schwierigkeiten, weil bei starkem Nebel und Ausfall der Peilsender kaum eine visuelle Suche möglich war; die noch funktionierenden akustischen Transponder erlaubten jedoch eine Abstandsmessung und damit ein allmähliches Annähern an die an der Oberfläche treibenden Schwimmkugeln. Die letzte Kette der Franzosen wurde am 5.6. aufgenommen; damit waren alle Auslegungen geborgen, mit Ausnahme der beiden nicht gefundenen bzw. nicht reagierenden. Am 6. und 7.6. wurden nochmals gründliche Suchaktionen an den bzw. in Nähe der Positionen dieser beiden Verankerungen durchgeführt, ohne daß sich ein neuer Befund ergeben hätte.

Die Treibboje wurde am 6.6. aufgenommen und mitsamt der Sinkstoffalle geborgen. Allerdings zeigten sich auch hier wieder - trotz des diesmal wesentlich ruhigeren Wetters - Verschleißspuren an dem (jetzt stählernen) Trageseil. Da der Bordmeteorologe das bald bevorstehende Ende der Schönwetterperiode ankündigte, wurde auf die ursprünglich geplante

Wiederauslegung verzichtet. Dennoch wurden die täglichen biologisch-chemischen Standard-Stationen bis zum 10.6. fortgesetzt, auch nachdem am 8.6. die angekündigte Wetterverschlechterung mit Windstärken bis zu 7-8 aus Südwest eingetreten war. Zusätzlich zu den normalen Morgen-Planktonnetzen konnte zweimal nachts ein zusätzlicher Fang gemacht werden, der den Einfluß des Tageslichtes auf die Vertikalwanderungen belegen sollte. Während der übrigen Zeit wurde ein physikalisch-ozeanographisches Programm durchgeführt. Es bestand - außer allnächtlich abgelaufenen XBT-Profilen rund um und quer durch das gesamte Arbeitsgebiet - aus zwei Profilen mit je 5 CTD-Stationen bis in Bodennähe (3900 - 4500 m), die am 8. und 9.6. gefahren wurden; sie orientierten sich an morphologischen Strukturen (einer untermeerischen Gruppe von drei in einer Reihe liegenden Bergkuppen). Am 10.6. morgens waren damit alle vorgesehen Programme beendet, und die Heimreise konnte angetreten werden, zunächst bei wieder schlechtem Wetter (Südwest, teilweise 7-8 Bft. erreichend), wobei allerdings das Schiff vor achterlicher See relativ ruhig lag. An den folgenden Tagen trat dann völlige Wetterberuhigung ein, so daß ab dem Englischen Kanal zeitweise Windstille herrschte.

Am 14.6., einen Tag früher als vorgesehen, traf das Schiff wieder in Kiel ein und machte im Scheerhafen fest.

4.2 Geräteüberprüfung und erste Ergebnisse

Allgemeine Erfahrungen mit dem Schiff

Die meisten Teilnehmer der Reise stimmten darin überein, daß das Schiff mit seinen Einrichtungen für ihre Arbeiten hervorragend geeignet und ausgerüstet ist. An diesem Urteil ändert sich auch dadurch nichts, daß eine Reihe von Verbesserungsvorschlägen in Listen zusammengestellt wurden.

Als positiv wurden folgende Grundeigenschaften des Schiffes empfunden:

- Die Gesamtgröße und die daraus folgende großzügige Bemessung der Labore, des Arbeitsdecks und der Stauräume;
- die Ausrüstung mit Winden und Hebezügen, deren Leistung allen Ansprüchen gewachsen sein dürfte;
- die hervorragende Maschinengeschwindigkeit von (bei gutem Wetter) 14-15 Knoten, die zu einer erheblichen Einsparung an Dampfzeit zugunsten der Arbeitszeit auf Stationen führt;
- das Datenverteilungssystem, das überall den sofortigen Zugriff auf wichtige Daten wie Position, Geschwindigkeit, Uhrzeit, Datum, Wetterdaten usw., ferner auf Stationen die Stationsnummer, Wassertiefe, Art der Arbeiten usw. erlaubt, wobei dem Nutzer die Zusammenstellung eines individuellen Ansprüchen genügenden Menüs möglich ist; auch ein Ausdrucken ("hardcopies") ist möglich;
- die freundliche und wohnliche Einrichtung von Kammern, Messen und des Besprechungsraumes;
- die Geräusch- und Vibrationsarmut, selbst bei hoher Marschfahrt.

Zu den positiven Eigenschaften gehören zweifellos auch die personell bedingten:

- die außerordentliche Hilfsbereitschaft der Besatzung, ob Brücke, Deck oder Maschine; und - last but not least -
- die hervorragende Qualität der Leistungen der Küche und der Bäckerei/Konditorei.

Einiges ist jedoch auch kritisch zu sehen. Der Begriff "high tech" ist bei diesem Schiff in einem Maße verwirklicht worden, der für die Benutzer, und zwar Besatzung wie Eingeschiffte, erhebliche Lern- und Eingewöhnungszeiten erfordert.

Da der Umgang mit der Computertechnik durchaus noch nicht jedermann geläufig ist, braucht er eine gründliche Einweisung und Übung, bevor er ihre Vorteile wirklich nutzen kann. Bis dahin - und dies gilt ganz offensichtlich vor allem für den Brücken- bzw. Navigationsbereich - kann die Anwendung dieser Systeme durchaus mehr Zeit und Mühe erfordern, als bisher mit der einfachen Technik. Hinzu kommt, daß diese Systeme (einschließlich auch des Datenverteilungssystems) noch störanfällig sind, vermutlich weil die Software noch nicht ausgereift ist. Auch fehlen noch für die Benutzer verständliche Bedienungsanleitungen. Daß die Systeme im Prinzip angenommen werden, ist schon daran zu erkennen, daß bei Ausfall von den Nutzern sehr schnell das Fehlen bemerkt wird und daher die Bordelektroniker sofort alarmiert zu werden pflegen - glücklicherweise immer mit Erfolg.

4.2.1 Geologie (H. Heinrich)

4.2.1.1 Geräteeinsatz

Die Gründe der Teilnahme der Geologie des Deutschen Hydrographischen Institutes am 1. Fahrtabschnitt der Erprobungsfahrt ins Westeuropäische Becken, speziell dem NOAMP-Gebiet (47°N-48°N/19°W-21°W), lagen im Kennenlernen des von KRUPP ATLAS ELEKTRONIK neuentwickelten und auf dem Schiff fest installierten Sedimentechographen Parasond und weiterhin in der Erprobung der Einsatzmöglichkeiten von Kolbenloten mit mehr als 20 m Rohrlänge. Wegen der umfassenden sedimentechographischen Kenntnisse über dieses Gebiet, die mit dem EPC 3.5 kHz - Subbottom Profiler (SBP) gewonnen worden waren, war die Teilnahme besonders erwünscht, um Vergleiche zwischen den beiden Geräten anzustellen. Beabsichtigt war, ausgesuchte Profile erneut abzufahren, und für den Fall der Qualitätsverbesserung sedimentologische Problemgebiete nochmals zu kartieren.

Mit dem langen Kolbenlot sollten in erster Linie Lücken in der bisherigen Beprobung geschlossen werden. Zum anderen war der Einsatz mit einem 36 m-Rohr geplant. Aufgrund widersprüchlicher Meldungen über die Einsatzbereitschaft von Friktionswinde und Schiebepalken kurz vor Beladen des Schiffes verzichteten wir auf eine Mitnahme des Gerätes. Stattdessen setzten wir ein auf dem Schiff befindliches Kastenlot mit einem 6 m Kasten ein.

Arbeiten mit dem Kastenlot

Der Einsatz des Kastenlots fand bei Windstärke 6-7 BFT. und Wellenhöhen von 3,5 m ($H_{1/3}$) statt. Vor dem Einsatz mußte die Schwenkeinrichtung des Kernabsatzgestells aufgerüstet werden; eine auf See kaum durchführbare Arbeit. Der Einsatz des Lotes war ansonsten problemlos. Die Winde arbeitet einwandfrei. Für Arbeiten mit einem Kolbenlot ist bei der Bemessung des Voreilgewichtes unbedingt das starke Rollen des Schiffes zu berücksichtigen.

Über das Schwingverhalten des Seiles kann keine Aussage getroffen werden, da ein lastanzeigender Windenschreiber nicht vorhanden ist.

Der Kern wurde in einer Wassertiefe von 4000 m aus Kalk-Mergel-Wechselfolge gezogen. Das Lotgewicht betrug 2,5 t, die Fiergeschwindigkeit beim Eindringen 0,75 m/s. Das Lot drang exakt bis zum Boden des Gewichtsatzes ein. Der geschätzte Kerngewinn beträgt 3,5 m.

Einsatz des KAE Parasound

Die Neuentwicklung des Parasound ist als Ersatz des bisher verwendeten 3.5 kHz-SBP gedacht. Als wesentliche Verbesserung sind eine stärkere Bündelung des Schallstrahls von bisher 30° auf 4° und eine deutlich höhere Tiefenauflösung angekündigt. Das Gerät besteht im wesentlichen aus der mit dem Schiffsboden bündigen Wandlerbasis, einem Anzeige-Bedienteil mit Farbmonitor und dem Vermessungsechographen DESO 25. Es befand sich nur ein Service-Handbuch an Bord, das sich als Bedienungsanleitung wenig hilfreich erwies. Die einzelnen Bedienungselemente mußten deshalb regelrecht ausgekundschaftet werden, wobei die Kenntnis des EPC - SBP recht vorteilhaft war. Einzelne Knöpfe haben wir immer noch nicht durchschaut, weil sich auch bei kräftigster Verstellung keine Wirkung zeigte. Zur Aufzeichnung der Meßwerte ist noch ein Kassettenlaufwerk vorhanden, das von uns aber nicht benutzt worden ist.

Vergleich SBP - Parasound

Es wurden einige bekannte SBP-Profile erneut abgefahren. In Abbildung 3a und b sind ein SBP-Profil (Fahrtrichtung von E nach W), und das entsprechende Parasound-Profil (Fahrtrichtung von W nach E) dargestellt. Die Abbildungen sprechen für sich. Die vertikale Auflösung ist beim Parasound deutlich besser. Die Wassertiefe ist unmittelbar abzulesen und stimmte häufig mit der vorhandenen SEA BEAM-Karte auf den Meter genau überein. Die verwendeten Geräteparameter sind in Tabelle 10 (Geologie) wiedergegeben. Als optimale Phasing-Einstellung ergab sich 50 m.

Tab. 10: Geräteparameter

Parasound		DESO 25	
Frequency	: 3.5	Modes	: INT. Speed
Pulse	: 4	Paperspeed	: 1 : 50 000
Bottom TVC	: 6	Gain	: 2.00 (innen: Man. Gain)
Gain	: 3.50	Depth Scale	: 50
Threshold	: 2-3		
Shift	: 1/1		
Scale Exp.	: 1		
Range	: 2		
Angle	: 4°		

Die Eindringtiefe ins Sediment war durch die hier vorhandene Basaltsandkörper auf 10 m - 15 m begrenzt. Sie entspricht der des SBP. Bedingt durch die Schallbündelung sind Seitenechos äußerst selten. Die Grautöne sind etwas kontraststark, die Reflektoren werden sehr breit dargestellt.

4.2.1.2 Erste Ergebnisse

Nachdem sich die sehr gute Nutzbarkeit des Parasound gezeigt hatte, wurde mit der Kartierung der bisher unzureichend bekannten Struktur des MAURY-Turbidit-Kanals im Arbeitsgebiet begonnen. Die Schwerpunkte lagen zum einen in der Frage, wie der Kanal an der Westgrenze des Gebietes rechtwinklig in die W-E-Richtung biegt; zum anderen sollten im Zentrum des Gebietes bei 47°25' N / 19°20' W Rinnenstrukturen auf Genese und genauen Verlauf überprüft werden. Die Profilstrecken sind in Abbildung 4 dargestellt. Die SBP-Aufzeichnungen legten hier den Schluß nahe, daß es sich bei den Rinnen um flache Grabenstrukturen handeln könnte. Weiterhin sollten an den Kanal stoßende Seitentäler auf Abzweigmöglichkeiten für Turbiditströme untersucht werden.

Zur Profilfahrt wurden fast ausschließlich die Nachtstunden genutzt. Die Schiffsgeschwindigkeit lag je nach Bedeutung und Seegang zwischen 5 und 9 Knoten. Insgesamt wurden 350 sm Profile mit überwiegend sehr guter Qualität gefahren.

Alle Aufgaben konnten mit dem Parasound zur vollen Zufriedenheit gelöst werden. Dies gilt für den Kanalknick wie für die Rinnen. Der im Westen des Gebietes N-S-verlaufende Turbidit-Kanal wird auf 45°14' N von einem Berg mit einem Böschungswinkel von über 45° abgeriegelt. Der Meeresboden liegt am Fuß des Hanges ca. 50 m höher als 10 sm weiter nördlich. Diese nach Süden ansteigende Rampe wird vermutlich von mehreren Verwerfungen durchzogen, die zur Bruchzone gehören, welche bei 45°20' N das Arbeitsgebiet von W nach E durchstreicht. Dies bedeutet, daß diese Bruchzone entgegen bisherigen Annahmen bis ins Quartär aktiv ist. Die Steilwand ist demnach als südliche Hauptverwerfung anzusehen. An ihr laufen die Turbidit-Ströme auf und werden nach Osten umgelenkt. Beim Auflaufen verlieren sie einen Teil ihrer Fracht und bilden die langansteigende Rampe.

Die umgelenkten Turbiditströme laufen weiterhin eng kanalisiert und mäandrierend nach Osten. Die Zentralrinne ist ca. 20 m tief und 2 - 3 sm breit. Von ihr stoßen Verzweigungen in die Seitentäler und hinterlassen zungenförmige Sedimentkörper von 3 - 10 m Mächtigkeit und 10 sm Länge. Die schmalen Gräben im Zentrum des Arbeitsgebietes lassen sich nicht länger als tektonische Strukturen erklären. Die Parasound-Profile zeigen deutlich, daß es sich um immer weiter nach Süden vordringende Flußschlingen handelt. Die Erosionstiefe der Turbidit-Ereignisse erreicht 20 m. Prall- und Gleithänge sind deutlich ausgebildet (Abb. 5).

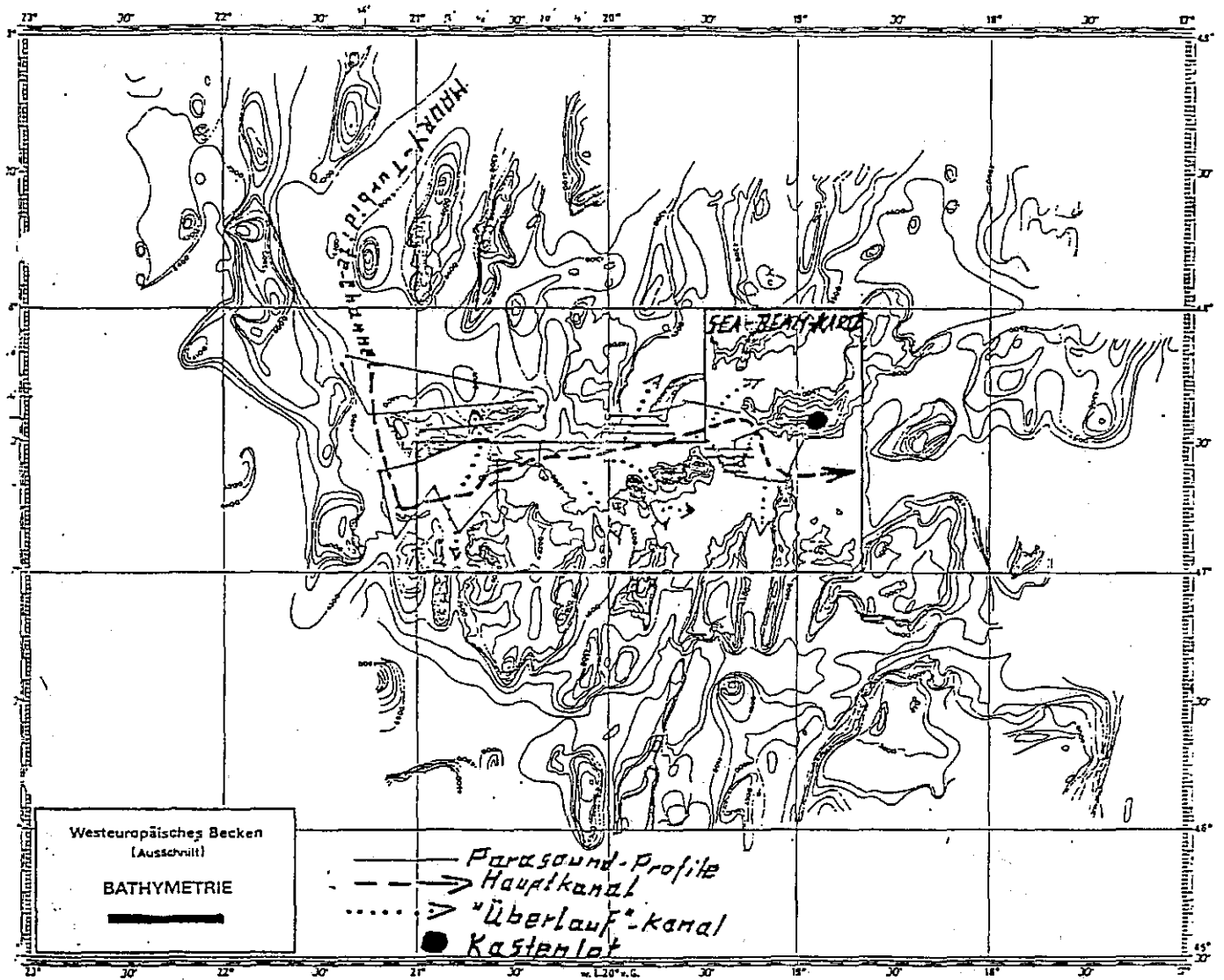


Abb. 4: Das Untersuchungsgebiet, die MAURY-Turbidit-Kanals mit den abgefahrenen Profilen.

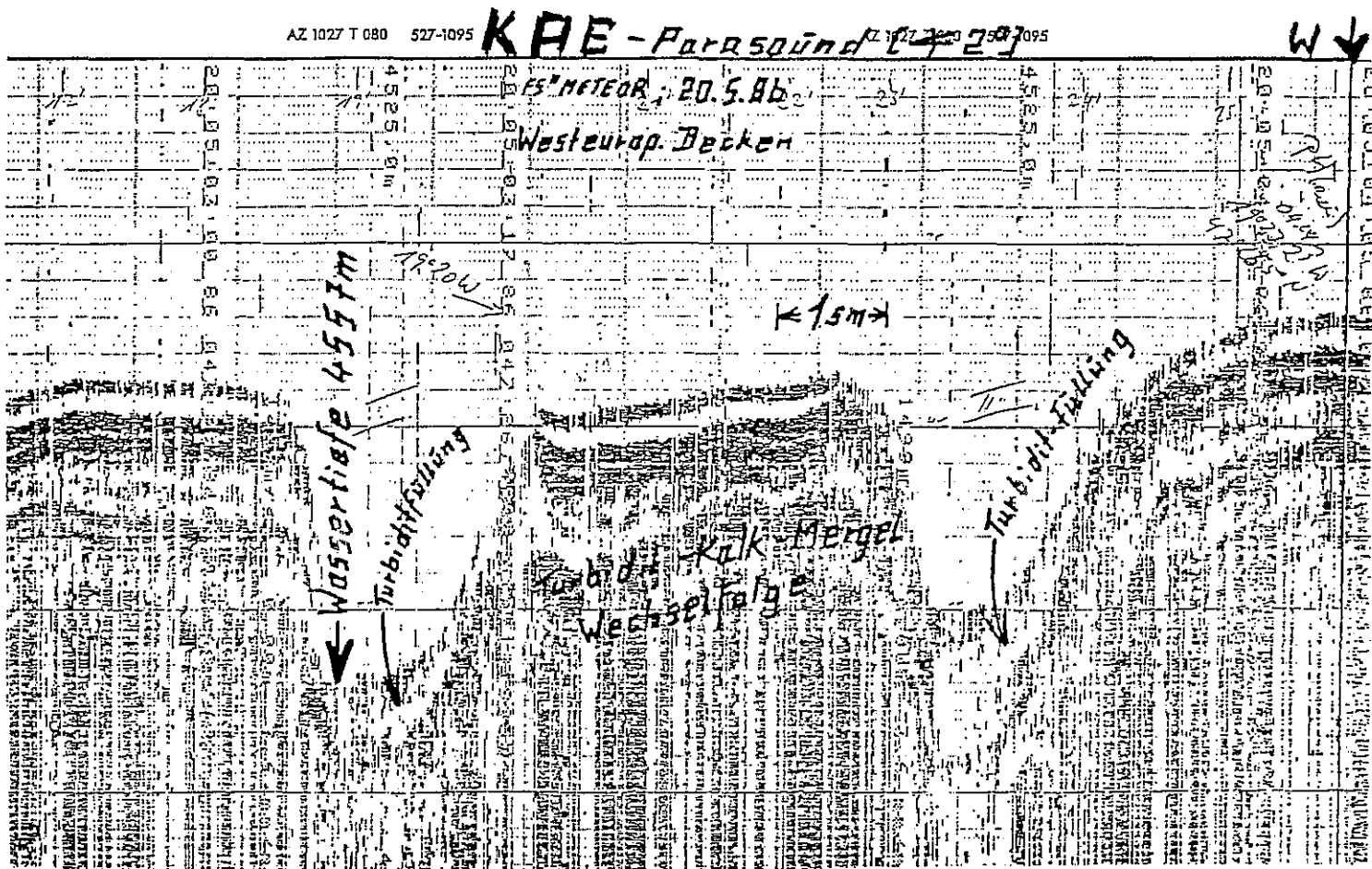


Abb. 5: Prall- und Gleithänge in einem Turbidit-Kanal

4.2.2 Spurenelemente (K. Kremling)

Die Hauptzielsetzung dieser Reise galt dem Funktionstest (unter Feldbedingungen) einer neuentwickelten, driftenden Sinkstoffalle, die im Rahmen eines von der DFG geförderten Vorhabens ('Partikelfluß im Nordatlantik') eingesetzt werden soll. Dieses Driftsystem wird über eine ARGOS-Oberflächenboje per Satellit geortet, enthält 10 m unterhalb der Sinkstoffalle ein 17 m² großes Treibsegel und wird in der Hauptsache von mehreren sog. Benthoskugeln "getragen" die 50 m unterhalb der Oberflächenboje angebracht sind. Zur schnellen Ortung bzw. Bergung der Systeme wurde zusätzlich ein UKW-Sender an der ARGOS-Boje montiert, der eine genaue Peilung ermöglichen sollte.

Die erste Auslegung eines solchen Systems erfolgte nach Erreichen des NOAMP-Gebietes am 19. Mai. Die Ausbringung auf eine Gesamttiefe von 160 m verlief mit Hilfe des Schiebebalkens völlig problemlos. Die anschließend vorgenommenen Nahortungsversuche mit dem erwähnten UKW-Sender erlaubten bei relativ ruhiger See (Windstärke um 4) eine Peilung bis zu 12 sm mit einer Genauigkeit von etwa 3-5°.

Die großräumige Verfolgung der Driftstrecke erfolgte über die ARGOS-Ortung und zeigte während der 20stündigen Beobachtungszeit einen klaren Nordwestkurs (bei nordwestlichen Winden!), ein sicheres Zeichen, daß, wie erwünscht, der Strom in der Tiefe des Treibsegels bzw. der Sinkstoffalle die Driftrichtung bestimmte. Bei stark zunehmenden Winden entschlossen wir uns, die restlichen 3 Driftsysteme (in Tiefen von 160 m und 260 m) am 20. Mai auszulegen. Auch bei diesen Auslegungen verlief alles - trotz stark zunehmendem Seegang (Windstärke 6-7) - glatt und problemlos.

Die Verfolgung der Trajektorien zeigte bei allen Systemen einen deutlichen Nordwestkurs - mit Geschwindigkeiten bis zu 10 sm pro 24 Stunden. Bei Winden um 8 Bft. mit starkem Seegang und starker Dünung war jedoch nach ca. 36 Stunden bei drei Systemen eine klare Richtungsänderung zu bemerken.

Am 23. Mai morgens begann METEOR, wie vorgesehen, mit der Bergung der Driftsysteme, wobei sich das schon beschriebene Nahortungssystem als äußerst hilfreich erwies. Die Peilung war so genau, daß die ARGOS-Bojen nach kurzer Zeit stets vor dem Bug von METEOR gesichtet werden konnten. Allerdings erlebten wir dann nach dem Bergen der Bojen eine herbe Enttäuschung. Nur eine Verankerung war vollständig geblieben, bei drei Verankerungen war das 11 mm Kevlarseil oberhalb der Benthoskugeln "abgedreht" worden. Eine Begutachtung der restlichen Kevlarkugeln erlaubt zwei Erklärungen: entweder hat eine Blockierung des Drehwirbels (unterhalb der ARGOS-Boje) durch die verwendete schwarze "Schwimmleine" und damit ein Abdrehen des Kevlarseiles stattgefunden, oder aber das Seil ist beim starken Seegang unter die Benthoskugeln geraten und dabei durch die scharfen Kanten aufgeschlitzt worden. Weitere Feldversuche - mit veränderter Verankerungstechnik - müssen zeigen, welches System letztlich für unsere Arbeiten in den oberen Wasserschichten des Nordatlantiks geeignet ist.

Einen zweiten Schwerpunkt dieses Fahrtabschnittes bildeten die Untersuchungen zur Verteilung ausgewählter Spurenelemente im suspendierten partikulären Material der oberen Wassersäule (bis 500 m). Dazu sind während der Driftexperimente mehrere Vertikalprofile mit 30 l GoFlo-Schöpfern am kunststoffummantelten Draht der W 1 gefahren worden.

Die Filtration der Proben (über 0,4 µm Nuclepore-Filter) erfolgte im "clean-lab" von METEOR, was für Spurenstoffanalytiker eine erhebliche Verbesserung der Arbeitsbedingungen an Bord bedeutet. Die chemische Analyse der gewonnenen Filterproben kann allerdings erst im IfM Kiel vorgenommen werden. Deshalb kann auch noch nichts über die Qualität des Probenmaterials bzw. über eine eventuelle Kontamination ausgesagt werden.

4.2.3 Stoff- und Impulsaustausch über dem Tiefseeboden (E. Mittelstaedt) und Sedimentfallen (M. Sturm)

Stoff- und Impulsaustausch

Die Hauptaufgabe bestand in der Bergung von 9 Strommesserketten, die 8 Monate vorher von der alten METEOR verankert worden waren. Fünf verankerte Horchstationen sollten aufgenommen werden, die, ebenfalls von der alten METEOR ausgelegt, seit Mai 1985 die Trajektorien von 15 Tiefseedriftern während des Zeitraumes eines Jahres speichern sollten (Zusammenarbeit mit französischen Wissenschaftlern). Außerdem wurden umfangreiche XBT-Messungen und CTD-Messungen als Referenz für die XBT-Daten sowie zur Untersuchung der bodennahen Wasserschichten in großen Tiefen vorgenommen.

Ziel der Arbeiten war es, mit Hilfe der Strommesserketten und Tiefseedrifter Daten zu bekommen, die Informationen über die Wassertransporte und deren zeitliche und räumliche Schwankungen, insbesondere innerhalb der unteren 1000 m über dem Meeresboden liefern. Die XBT-Messungen (insgesamt sind 200 XBTs in dem etwa 90 x 90 sm großen Arbeitsgebiet geworfen worden) dienen zur Initialisierung und Überprüfung eines wirbelauflösenden numerischen Modells, von dem wir uns theoretische Aussagen über die Energieausbreitung von der Oberflächenschicht in die Tiefe erhoffen (Zusammenarbeit mit amerikanischen Wissenschaftlern). Mit Hilfe der tiefen CTD-Messungen mit der ME-Multisonde (11 Profile bis zum Meeresboden) sollte die Wirkung der Topographie auf die Stabilität der bodennahen Wasserschichten festgestellt werden.

Erste Arbeitsergebnisse

Von den insgesamt 14 verankerten Geräteketten sind 12 geborgen worden. Zwei Strömungsmesserketten (L 4, K 11) kamen nicht an die Oberfläche. Die wiederholte Suche mit akustischer Peilung nach den beiden Ketten blieb erfolglos. Die Indizien sprechen dafür, daß eine der Ketten (L 4) durch Korrosion abgerissen und weggedriftet ist. Bei der anderen Kette (K 11) waren zwar die Auslöser noch auf der Verankerungsposition und funktionierten auch einwandfrei, doch die Kette kam nicht nach oben. Auch hier dürfte Korrosion dazu geführt haben, daß ein großer Teil der Auftriebskugeln abgerissen ist und der Rest der Kette

nicht mehr aufschwimmen konnte. Die an Bord sofort gelesenen Datenbänder der Strömungsmesser bestätigten frühere Ergebnisse im NOAMP-Gebiet. Ein besonders auffälliges Ergebnis maximaler Strömungsgeschwindigkeiten ("unterseeischer Sturm"), 10 bis 30 m über dem Meeresboden in etwa 4500 m Tiefe, trat demnach im Mai 1986 auf. Fast während des gesamten Monats waren die bodennahen Geschwindigkeiten auf einigen Positionen relativ hoch, mit Spitzengeschwindigkeiten (Tagesmittelwerte) von 15 bis 20 cm/s. Die Monatsmittelwerte im Mai 1986 schwanken zwischen 1 und 12 cm/s. Bei der systematischen Vermessung mit XBTs stießen wir auf einen ausgeprägten quasi-stationären Wirbel. Der charakteristische Durchmesser beträgt ca. 80 Seemeilen. Seine Vertikalerstreckung reicht von Oberflächennähe bis weit unterhalb 900 m Tiefe (maximale Meßtiefe der XBTs). Ein ähnlicher Wirbel, den wir während des NOAMP-Meßprogrammes im gleichen Seegebiet vermessen hatten, beeinflusste noch in 2500 m Tiefe die Wasserschichtung. Die Meßergebnisse des französischen Projektes "Tourbillon" zeigen, daß derartige Ozeanwirbel die Strömungen in der gesamten Wassersäule bis zu 4000 m Tiefe beeinflussen können. Die tiefreichenden Wirbel sind für die Untersuchungen des Stoff- und Impulsaustausches bedeutsam. Sie bilden im Nordatlantik vermutlich einen der wichtigsten Mechanismen für die Energieübertragung von der Oberschicht des Ozeans in die Tiefe.

Sedimentfallen

In Zusammenarbeit mit Dr. E. Mittelstaedt (DHI-Hamburg) sollten im Rahmen des letzten Abschnittes des NOAMP-Programmes zusätzliche Untersuchungen der suspendierten Partikel in der Wassersäule durchgeführt werden. Dabei sollte der vertikale Partikelflux bestimmt und die quantitative Veränderung des Partikeltransportes untersucht werden.

Während der METEOR-Reise 72 (1985) wurden am 25. September 1985 innerhalb einer langen Strommesserkette auf Position 47°26'N / 20°08'W zwei Intervall-Sedimentfallen der EAWAG/ETH ausgesetzt. Die in 1380 m bzw. 2780 m Wassertiefe verankerten Fallen enthielten jeweils je 8 Probengefäße, die über elektronische Auslösung für jeweils 25 Tagesintervalle exponiert wurden. Die aktive Fläche der Fallen beträgt 1170 m². Den Probengefäßen wurden jeweils 0,5 % Natriumazid (NaN₃) zugesetzt, um den biologischen Abbau während der auf ca. 7-8 Monate veranschlagten Aussetzzeit weitgehend zu verhindern.

Die geplante Bergung der Fallen konnte leider nicht durchgeführt werden, da beide Release-Systeme (BENTHOS und OCEANO) keinerlei Signale aufnahmen oder übermittelten; damit blieb die Kette unauffindbar und mußte nach Auslöseversuchen am 31.05.1986 und am 06.06.1986 endgültig als verloren betrachtet werden.

In kurzfristiger Abänderung des ursprünglichen Programmes wurden verschiedene Stationen auf Schwebstoffe beprobt, um qualitative Untersuchungen der Partikel mit dem Rasterelektronenmikroskop und Röntgenspektrometer durchzuführen. Die Stationen waren mit den Gruppen NOAMP, organische Chemie (Kiel) und Biologie (Kiel) koordiniert.

Aus verschiedenen Tiefen der Wassersäule wurden Wasserproben entnommen, über Millipore- bzw. Nucleopore-Filter filtriert und anschließend tiefgefroren.

4.2.4 Partikelflux im Nordatlantik (C. Stienen)

Die qualitative und quantitative Erfassung der Verteilung von Partikeln in der Warmwassersphäre des östlichen Nordatlantiks sowie der vertikale Transport als wichtiger Bestandteil des Stoffumsatzes im Meer stellte einen Schwerpunkt dieser ersten Reise im Rahmen des DFG-Projektes 'Partikelflux im Nordatlantik' dar. Neben der Beschreibung der biogenen Bildung von partikulärem Material sind besonders für die Quantifizierung des Sedimentationsprozesses auch die Veränderungen von Bedeutung, die Partikel mit einer Nettosinkrate auf dem Weg von ihrem Entstehungsgebiet (euphotische Zone) bis zur Grenze der Warmwassersphäre unterworfen sind. Hier ist interdisziplinäre Arbeit vonnöten. In Zusammenarbeit mit den Gruppen 'organische Spurenstoffe' (Prof. Duinker) und 'partikuläre Spurenelemente' (Dr. Kremling) sollten auf dieser Fahrt auch die neuen im IfM-Kiel konzipierten Sedimentationsfallen erprobt werden, und zwar sowohl im Hinblick auf die technische Ausstattung der als Driftkörper mit Oberflächenkontakt ausgelegten Systeme, als auch im Hinblick auf die technische Ausstattung. Hier sind besonders die neuen Nahortungssysteme (bis ca. 12 m) und die einzeln programmierbare Wechsellautomatik für die Fallengläschen zu nennen.

Parallel zum wiederholten Einsatz der Fallen, die zu Beginn des ersten Fahrtabschnittes für ca. 4-5 Tage zur Erprobung des gesamten Driftsystems ausgesetzt wurden, erfolgte die Beprobung der Wassersäule im 24stündigen Rhythmus, d.h. mit der gleichen Frequenz, mit der auch die Fanggläser der Fallen durch die Automatik gewechselt wurden. An biologischen und biochemischen Parametern wurden dabei erfaßt: die Konzentrationen im partikulären Material an Chl. a und anderen photosynthetisch wirksamen Pigmenten (HPLC), an Kohlenhydraten, Lipiden und Proteinen, an organischem Kohlenstoff und Stickstoff sowie das Trockengewicht. Außerdem wurden unkonzentrierte Wasserproben fixiert, anhand derer das Artenspektrum und die Phytoplanktonbiomasse bestimmt werden. Um Aussagen über die Geschwindigkeit des Aufbaus autotropher Biomasse machen zu können, wurde mit Hilfe der ¹⁴C-Technik die Primärproduktion bestimmt. - Dies geschah in einem eigens zu diesem zweck im Laderaum installierten Laborcontainer. - Neben der Aufarbeitung der Wasserschöpferproben wurden 200 m- bzw. 20 m-Vertikalhols mit Planktonnetzen gefahren. Zum einen, um einen Einblick in die qualitative Zusammensetzung des mittleren und großen Zooplanktons zu erhalten, zum anderen, um Lebendbeobachtungen am Phytoplankton der euphotischen Schicht durchzuführen. Mit Hilfe des umgekehrten Mikroskops, das in Verbindung mit einer Photo- und einer Videoeinrichtung an Bord installiert wurde, konnte die Morphologie verschiedener Partikel erfaßt, beschrieben und vor der Fixierung besonders feine Strukturen (Aggregate von Zellen) zerstört werden. Dadurch geht ein wichtiger Beleg für die

Sedimentation von biogenem Material ohne 'Zuhilfenahme' von Kotpillen verloren. Ebenso sollte das in den Sedimentationsfallen aufgefangene Material aufgearbeitet werden.

Leider konnte aber am Ende der ersten Expeditionsphase der vier Fallen (drei in 150 m und eine in 250 m an je einer Driftboje) nur eine wieder aufgenommen werden. Die Gründe für den Verlust der drei anderen Systeme sind noch nicht endgültig geklärt; sicherlich spielte das extrem schlechte Wetter mit Windstärken zwischen 6 und 8 Beaufort und einer entsprechenden Dünung mit ca. 4-6 m Wellenhöhe eine Rolle. Diese Annahme wird dadurch unterstützt, daß alle verlorenen Systeme dicht oder direkt über den in ca. 50 m befindlichen Auftriebskugeln abgerissen sind. Das mit den Driftbojen geborgene Parafilseil zeigte z.T. erhebliche Beschädigungen über der Bruchstelle, die möglicherweise durch die Befestigungen der Auftriebskörper hervorgerufen wurden. Die Nahortung und die Wechsellautomatik der Fallen arbeitete dagegen einwandfrei. In der einzigen geborgenen Falle konnten keine sedimentierten Partikel festgestellt werden, weder Zooplanktonkotpillen, noch Phytoplanktonzellen (Solitär oder in Aggregaten), im Gegensatz zu einer großen Anzahl wahrscheinlich frei in die Falle geschwommener großer Zooplankter.

Die schon während des ersten Fahrtabschnittes kontinuierlich ausgewerteten Chl. a-Proben (Tab. 11), die von der Gruppe Kremling ausgewerteten Nährsalze (Wenck) sowie die Temperatur- und Salzgehaltsprofile (Weidemann/Prien) zeigten dann auch deutlich eine Situation im Untersuchungsgebiet, in der nicht mit einer hohen Sedimentation zu rechnen sein würde: bei außergewöhnlich hoher Turbulenz (s.o.) und einer bis zu 100 m nahezu homogen durchmischten Wassersäule, einer 1% Lichttiefe zwischen 30 m und 43 m, Nährsalzkonzentrationen von rund $10 \text{ mM NO}_3\text{-N l}^{-1}$ und $1 \text{ mM PO}_4\text{-P l}^{-1}$ lag der Chl. a-Gehalt auch in der Oberflächennähe z.T. deutlich unter 1 mg l^{-1} . Die mikroskopische Analyse zeigte im Gegensatz zur erwarteten Frühjahrssituation eine Artenzusammensetzung des Phytoplanktons, die besonders aufgrund des vergleichsweise hohen Dinoflagellatenanteils eher zum vergangenen Herbst als in den Mai/Juni zu passen schien. Eine Blütenentwicklung bis zum vollständigen Verbrauch der Makronährstoffe schien bis Ende Mai im Untersuchungsgebiet nicht stattgefunden zu haben. Demzufolge war auch die Sedimentationsrate gering.

Um einen gewissen Überblick über die Chl. a-Verteilung und die Nährsalzkonzentrationen weiter südlich zu gewinnen, wurden während der Fahrt nach Ponta Delgada und zurück ins Untersuchungsgebiet zusammen mit der Gruppe Kremling (Wenck) 1-2 mal am Tag Wasserproben aufgearbeitet.

Dabei zeigte sich ein Chl. a-Maximum ca. eine Tagesreise südlich des Untersuchungsgebietes mit wieder stark abnehmenden Konzentrationen in Landnähe. Die Nährsalzmengen nahmen kontinuierlich zwischen dem Untersuchungsgebiet und San Miguel ab, so daß das Bild einer nordwärts wandernden, die Nährsalze allmählich verbrauchenden Phytoplanktonentwicklung entstand. Während des zweiten Abschnittes wurde die verbliebene Falle zweimal für 3 bzw. 4 Tage ausgesetzt. Die exponierten Gläser waren wiederum mit großen Crustaceen gefüllt, und nur vereinzelt konnten Zellaggregate von Phytoplanktern gefunden werden. In der Wassersäule zeigte sich nach der Wetterberuhigung eine leichte thermische Schichtung in 15-25 m, die Chl. a-Werte stiegen bis über 2 mg l^{-1} , die Nährsalzkonzentrationen sanken auf

Tab. 11: Chlorophyll a (mg m^{-2}) 0-50 m

Datum	20.05.	21.05.	22.05.	23.05.	24.05.
Chlorophyll <u>a</u>	35,3	26,3	28,0	(25,2)	27,2
Datum	31.05.	01.06.	02.06.	04.06.	05.06.
Chlorophyll <u>a</u>	93,8	94,1	94,7	86,4	59,4
Datum	06.06.	07.06.	08.06.	09.06.	10.06.
Chlorophyll <u>a</u>	63,8	77,8	53,1	71,6	78,6

rund 1/10 der oben angegebenen Werte. Aufkommendes schlechtes Wetter ließ es am 6. Juni ratsam scheinen, die Falle nicht wieder auszusetzen, zumal auch bei der ruhigen Wetterlage der vorausgegangenen Tage erste Beschädigungen an der Verbindung Auftriebskugeln-Stahlseil (Ersatz für Parafil) auftraten. In den folgenden Tagen wurde daher die Wassersäule allein beprobt, um über ein möglichst langen Zeitraum die Entwicklung im Untersuchungsgebiet zu verfolgen. Ein von den Ozeanographen in mittleren Wassertiefen (150 m bis > 900 m) gefundener zyklonischer Kaltwasserwirbel wurde einmal beprobt. Die Chl. a-Konzentrationen ließen keine Veränderung in der oberflächennahen Wasserschicht gegenüber der Situation in Fallennähe (Rand des Wirbels) erkennen. Eine detaillierte Auswertung steht aber noch aus.

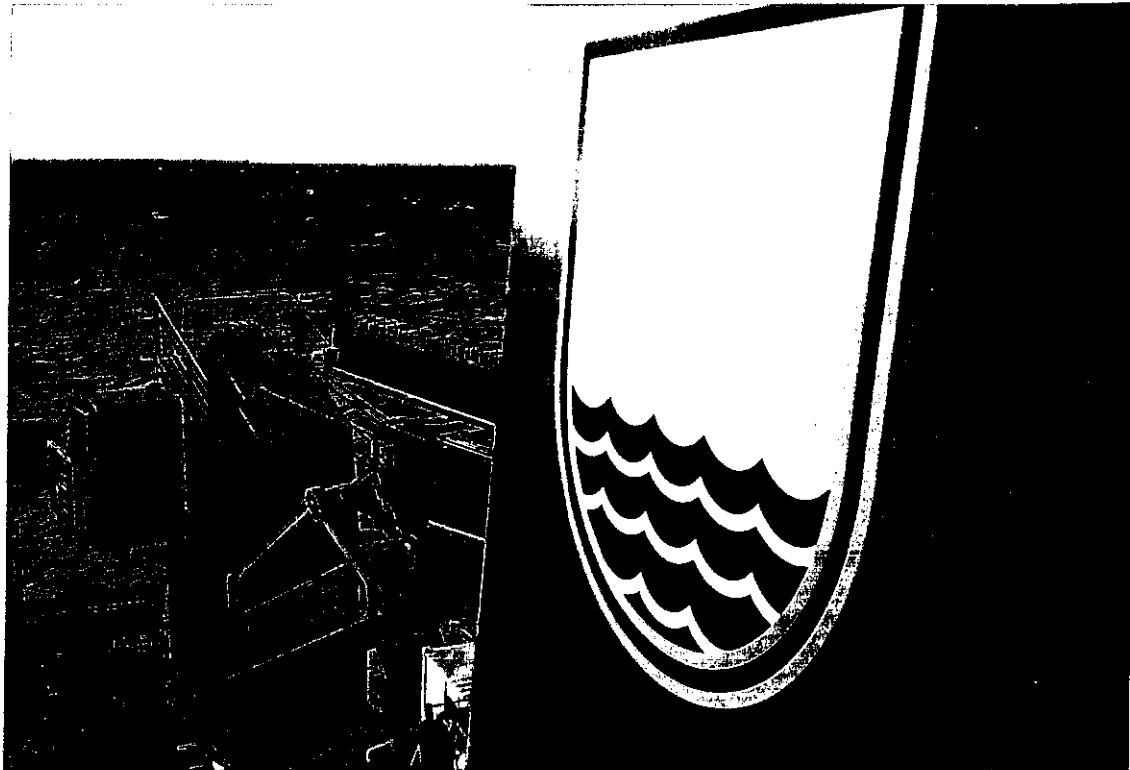
Diese im östlichen Nordatlantik bisher nur sporadisch beschriebenen Kaltwasserwirbel sind möglicherweise eine häufiger auftretende Erscheinung, als bisher angenommen wurde. Für die Expeditionstiefe und der Driftweg von Sedimentationsfallen sind sie aber sicher von erheblicher Bedeutung. So scheint die Trajektorie der Falle während beider Driftzeiten der zyklonischen Wasserbewegung gefolgt zu sein. Eine intensive hydrographische Aufnahme des Untersuchungsgebietes scheint demzufolge auch für Untersuchungen des vertikalen Stofftransportes mit treibenden Sinkstoffallen erforderlich. Neben den bisher beschriebenen *in situ*-Untersuchungen wurde an Bord ein Experiment in einem mittelgroßen eingeschlossenen Wasserkörper (ca. 1 m^3) durchgeführt. Hier sollte anhand von ein- und demselben Wasserkörper, der zu Beginn des ersten Fahrtabschnittes inkubiert wurde, die potentielle Entwicklung bei verminderter Turbulenz und erhöhtem Lichtangebot untersucht werden. Ziel dieses Experimentes war es, die Entwicklung einer Phytoplanktonpopulation aus geringen Anfangskonzentrationen heraus und ihre anschließende Sedimentation im Versuchsbehälter zu dokumentieren. Dabei konnte von der Annahme ausgegangen werden, daß dieses Absinken nicht in toto, sondern selektiv geschehen würde. Die Auswertung der Chl. a-Proben bestätigte die Sedimentation von einer zunehmenden Menge autotropher Partikel im Verlauf des Experimentes. Aussagen über eine Selektion nach morphologischen oder taxonomischen Gesichtspunkten wird die Auswertung der fixierten Proben ergeben müssen.

5 Schlußbemerkungen

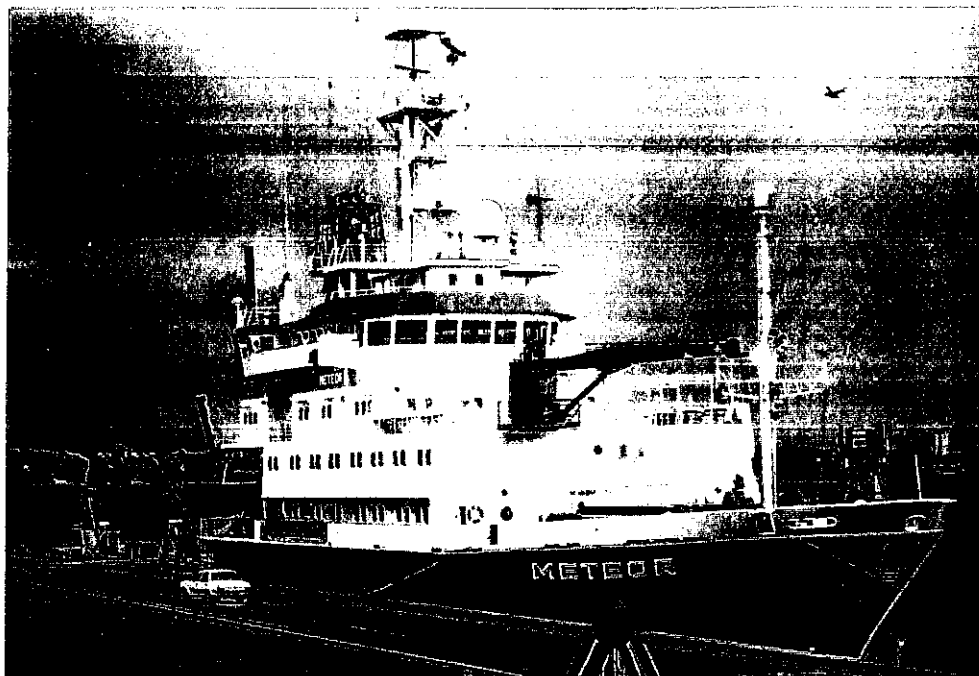
Die seit über zwanzig Jahren gesammelten Erfahrungen mit der vorigen METEOR sowie mit den (im Konzept sehr ähnlichen, in der Größe jedoch unterschiedlichen) Neubauten GAUSS und POLARSTERN haben in der neuen METEOR ihren Niederschlag gefunden. Sie haben zu einer neuen Konstruktion geführt, die ihr mit Sicherheit den Rang eines der modernsten Forschungsschiffe der Welt zukommen läßt.

Herrn Kapitän Bruns und seiner Besatzung sei an dieser Stelle herzlich gedankt für die - auf einer solchen Erstreise besonders wichtige - verständnisvolle Anpassung und Hilfsbereitschaft angesichts der oft spontan geäußerten Wünsche der Wissenschaftler.

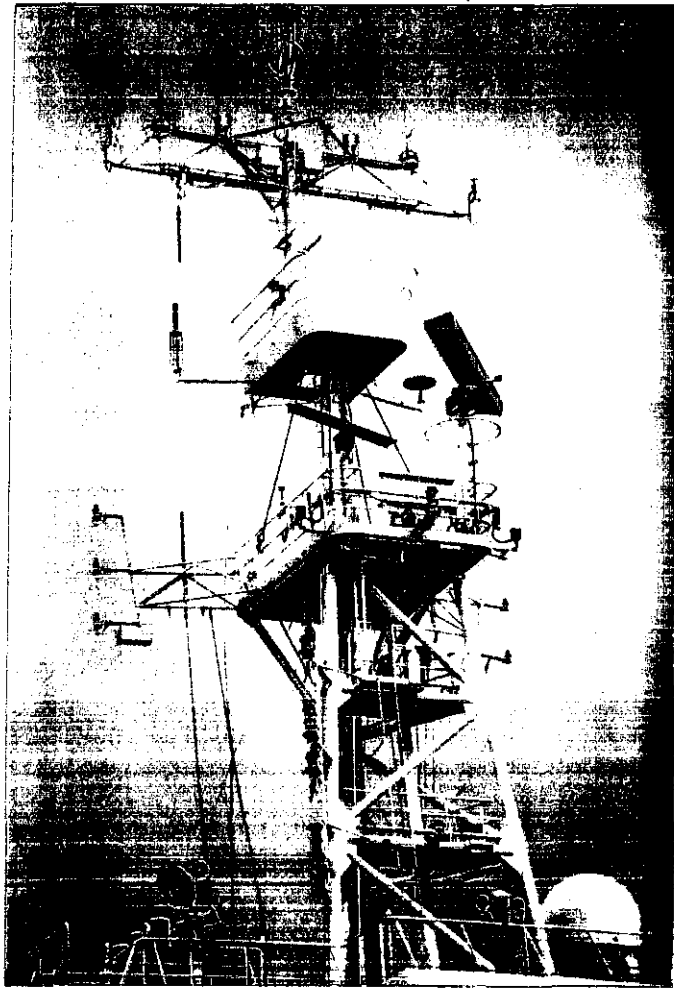
Anhang



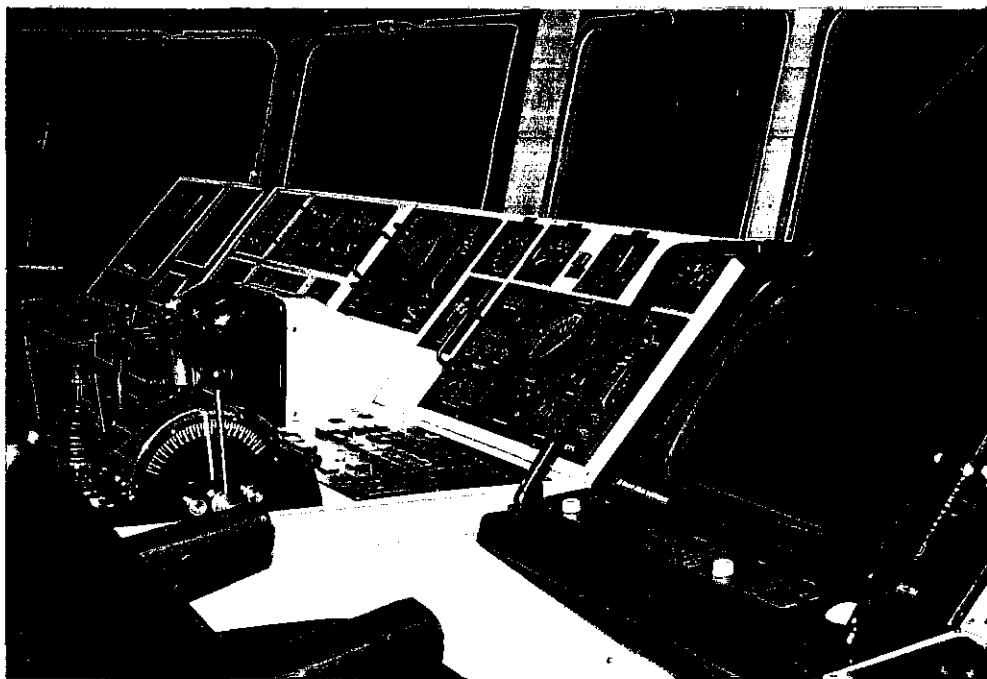
Das Wappen der METEOR



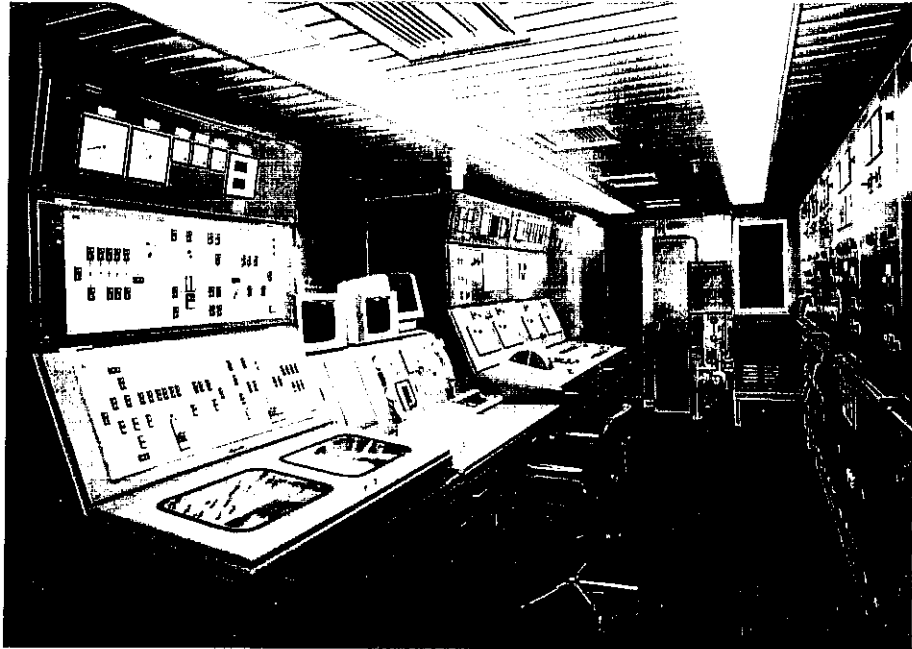
F.S. METEOR



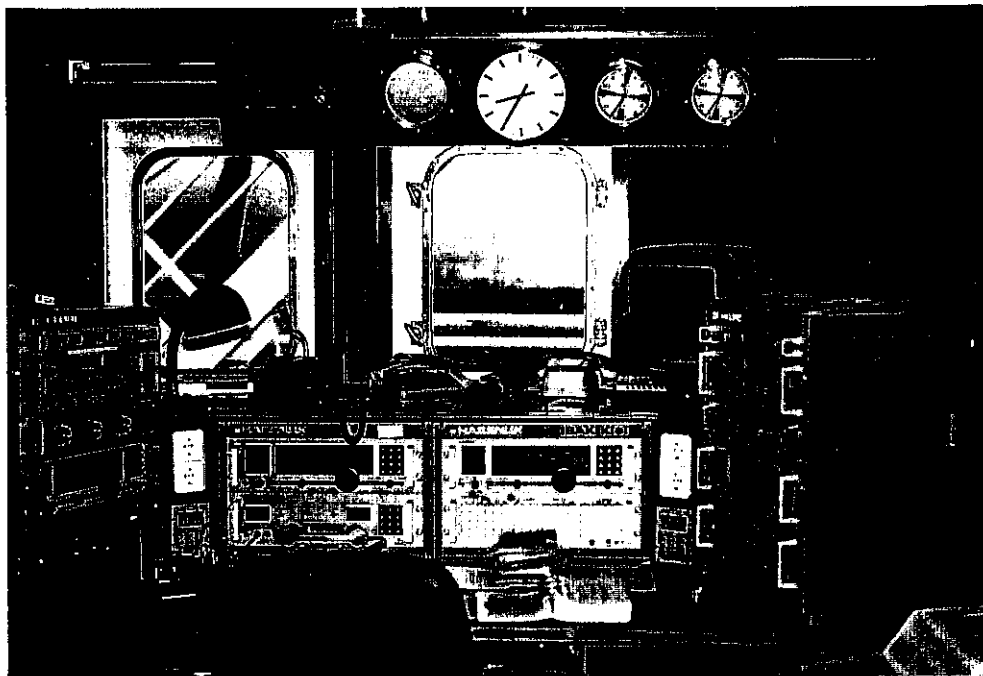
Meteorologische Meßeinrichtungen und Antennen am Mast



Der Steuerstand auf der Brücke



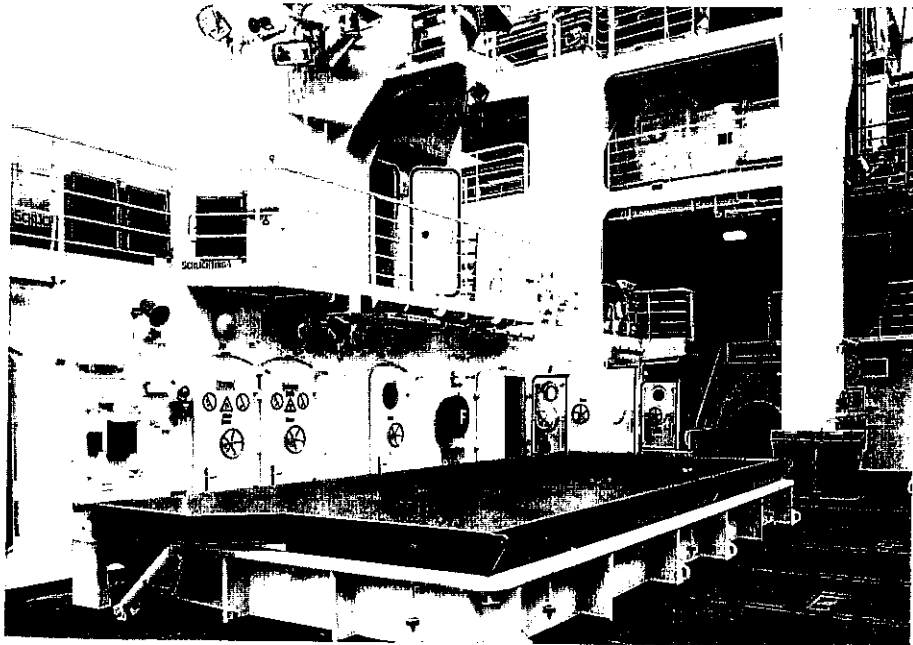
Der Maschinenleitstand



Der Funkraum



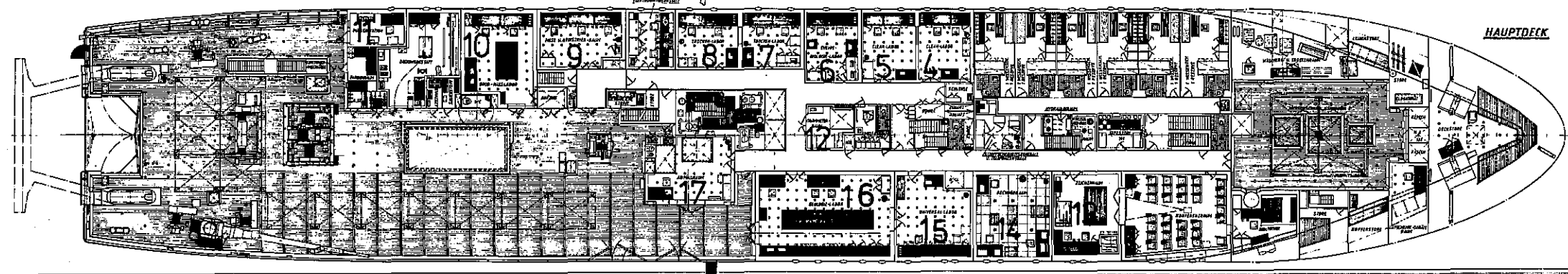
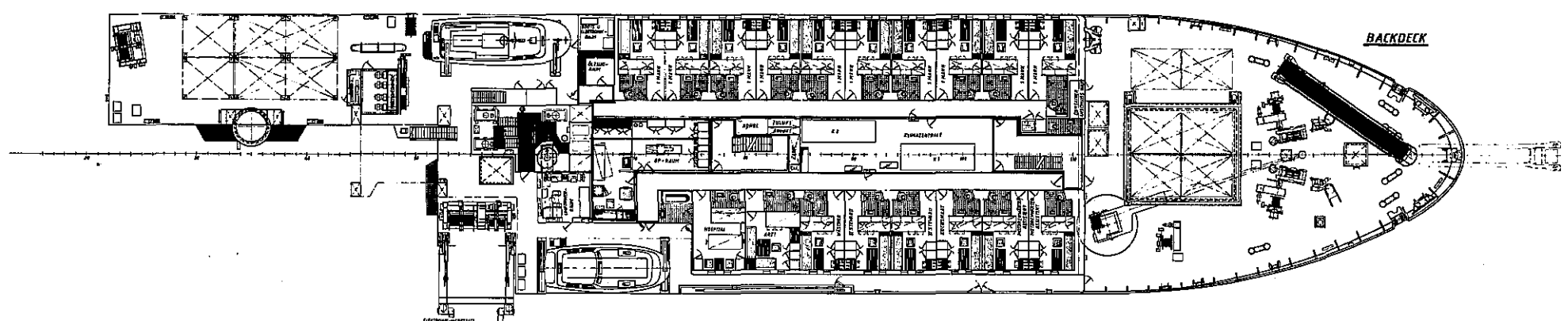
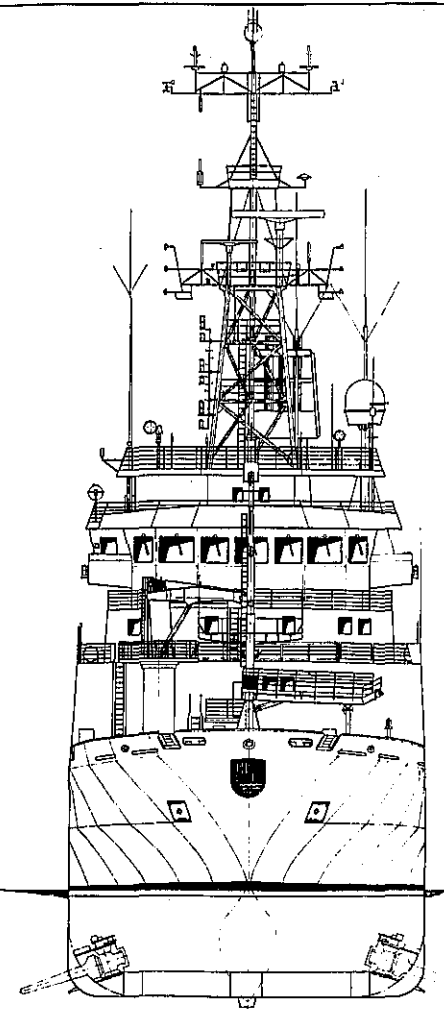
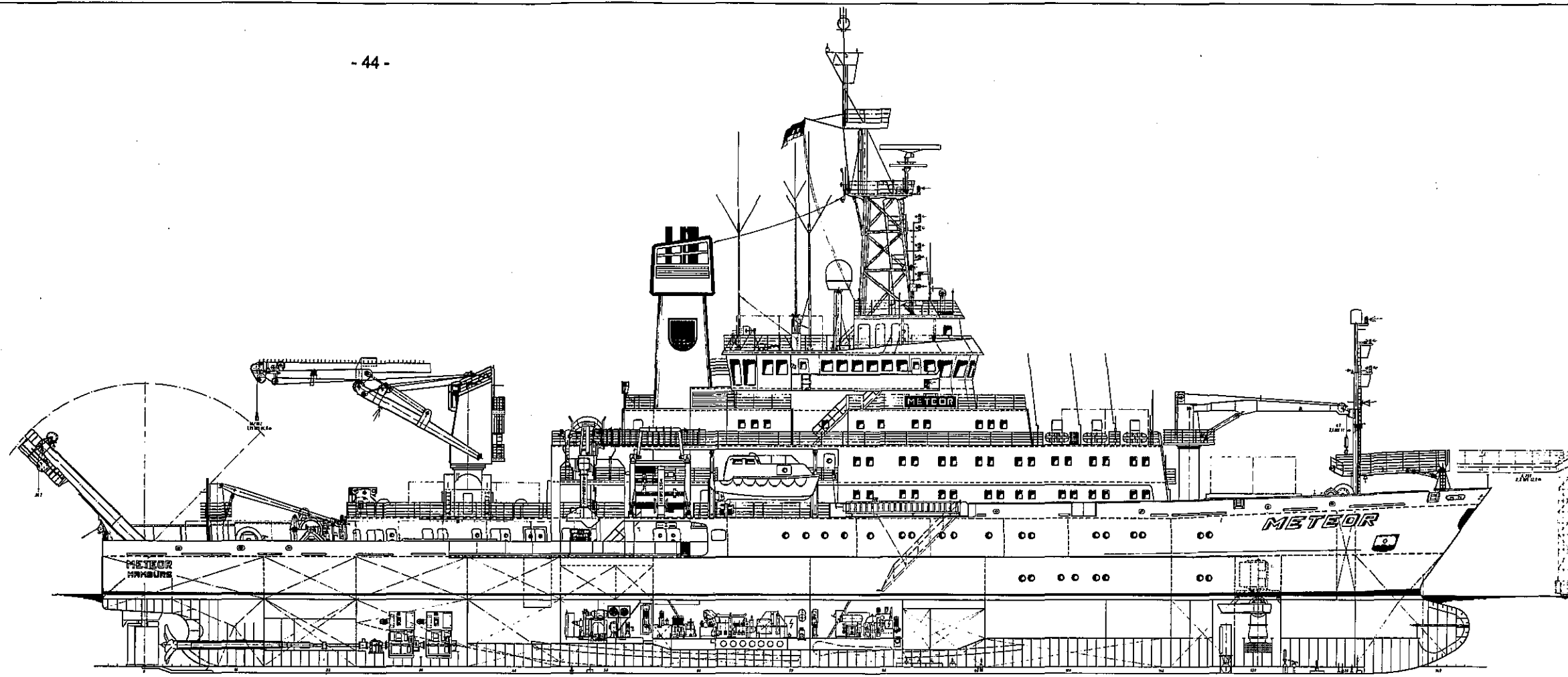
Das Geologische Labor



Die Ladeluke auf dem Hauptdeck



Das Achterdeck mit dem Heckgalgen



LÄNGE ÜBER ALLES 97,50 m
 LÄNGE ZWISCHEN DEN LÖTEN 90,00 m
 BREITE ÜBER ALLES 17,44 m
 BREITE AUF SPANTEN 16,50 m
 SEITENHÖHE BIS HAUPTDECK (METEORDECK) 7,70 m
 SEITENHÖHE BIS 1. ZWISCHENDECK 4,70 m
 SEITENHÖHE BIS BACKDECK 10,40 m
 KONSTRUKTIONSTIEFGANG 5,10 m
 TIEFGANG 5,516 m
 VERMESSUNG 129810 m
 VERMESSUNG 4600 DRT
 ANTRIEBSLEISTUNG 2 x 1150 KW BEI 168 - 210 U/min
 GESCHWINDIGKEIT 15,0 Kn
 ANTIKORROSION 10000 m



Einheit		Skizzen-Wert	03
Zusatz	Einheit	2030 / 0100-04	
F.S. "METEOR"			

Hauptdeck:

- 4 Clean-Labor
- 5 Clean Labor
- 6 Chemie-Biologie-Labor
- 7 Trocken-Labor
- 8 Trocken-Labor
- 9 Meß- und Registrier-Raum
- 10 Grob-Naßlabor
- 11 Pulser-Station
- 12 Gravimeter-Raum
- 13 Zeichenraum
- 14 Rechnerraum
- 15 Universal-Labor
- 16 Geologie-Labor
- 17 Abfüllraum